

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
PRODUÇÃO**

Ana Paula Bezerra Barquet

**BARREIRAS E DIRETRIZES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE  
UM SISTEMA DE REMANUFATURA**

Florianópolis

2010



Ana Paula Bezerra Barquet

**BARREIRAS E DIRETRIZES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE  
UM SISTEMA DE REMANUFATURA**

Dissertação apresentada ao Programa  
de Pós-Graduação em Engenharia de  
Produção da Universidade Federal de  
Santa Catarina para a obtenção do  
Grau de Mestre em Engenharia de  
Produção

Orientador: Prof. Dr. Fernando  
Antonio Forcellini

Florianópolis

2010

Catálogo na fonte elaborada pela biblioteca da  
Universidade Federal de Santa Catarina

B267b Barquet, Ana Paula Bezerra

Barreiras e diretrizes para a implementação de um Sistema de Remanufatura [dissertação] / Ana Paula Bezerra Barquet ; orientador, Fernando Antonio Forcellini. - Florianópolis, SC, 2008.

238 p.: il., grafs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Inclui referências

1. Engenharia de produção. 2. Remanufatura. 3. Sistema. 4. Barreiras. 5. Diretrizes. I. Forcellini, Fernando Antonio. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. III. Título.

CDU 658.5

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de “Mestre”, e aprovado em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 11 de março de 2010

---

Prof. Antonio Cezar Bornia  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Dr. Fernando Antonio Forcellini  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Antonio Cezar Bornia  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Marcelo Gitirana Gomes  
Universidade Estadual de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Henrique Rozenfeld  
Universidade de São Paulo



Dedico este trabalho aos meus pais e meu irmão,  
as pessoas mais especiais deste mundo.





## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que fizeram parte não só desta, mas de todas as outras etapas da minha vida. Agradeço em especial:

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico –CNPq – Brasil, pelo apoio financeiro;

À Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, por me acolher durante sete anos, me ensinar sobre a vida e por ter colocado na minha vida pessoas tão especiais;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP, em particular ao Profs. Fernando Antonio Forcellini, meu orientador, Marcelo Gitirana e Edson Paladini;

Aos colegas do PPGEP, Luciana Leite, Fernanda Araujo e Claudete Barbosa, Claudio Gargioni, por me mostrarem o que é ser pesquisadora e amiga;

Aos colegas do NUMA da USP/EESC, pelo carinho que me receberam e, especialmente ao prof. Henrique Rozenfeld e à colega Daniela Pigosso, por todo o auxílio e aprendizado;

Aos meus amigos, Thalita Medaglia, Daniel Krause, Gabriel Hauer, Sabrina Andrade, Tania Dechechi, simplesmente por estarem ao meu lado;

Ao meu irmão, Samuel Bezerra Barquet, por me ensinar mais sobre mim e me ensinar a amar de forma incondicional;

Aos meus pais, Antonio Barquet Sobrinho e Beatriz Bezerra Barquet, pelo carinho, apoio, companheirismo, oportunidades, confiança e, principalmente, por todo o amor;

A Deus, por mais uma oportunidade de viver e aprender.

Muito Obrigada.



## RESUMO

Questões como a competição acirrada no mercado e o aumento da preocupação com o meio ambiente levam as empresas a buscarem novas oportunidades de expandir sua participação no mercado. Assim, alguns aspectos estão sendo abordados pelas empresas, como por exemplo o destino dos produtos no seu fim de sua vida, bem como o reaproveitamento destes por meio de estratégias de fim de vida, como a remanufatura. O fato da remanufatura conservar parte das matérias-primas e do valor acrescentado ao produto durante a sua fabricação demonstra que esta apresenta boas oportunidades para aumentar a produtividade e lucratividade nas empresas, além de seus benefícios ambientais. Porém, muitas vezes as empresas não implementam a remanufatura ou encontram dificuldades na sua implementação por falta de conhecimento e de orientações. Estas dificuldades podem ser entendidas como barreiras para implementação do Sistema de Remanufatura. Assim, o objetivo principal deste trabalho é identificar estas barreiras e propor diretrizes para a implementação deste sistema. Primeiramente, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre remanufatura, sendo esta classificada como um sistema, tendo seus elementos caracterizados. Isto facilitou a identificação das barreiras, que foi complementada com a realização de quatro estudos de caso em empresas de remanufatura do Brasil, que também contribuíram para mostrar o estado da prática da remanufatura no país. As barreiras identificadas foram divididas em causas raízes e efeitos, por meio da aplicação do método da árvore da realidade atual, que foi validada por especialistas. Assim, conhecendo-se as barreiras, foi possível elaborar diretrizes para evitar a ocorrência das mesmas. Estas diretrizes também foram validadas por especialistas, que quantificaram, por meio da escala Likert, o quanto cada diretriz evita a ocorrência da causa relacionada a esta. Foram feitas algumas análises, sendo que algumas diretrizes se destacaram como ponto forte e outras como ponto fraco. Além disto, 85% das diretrizes obtiveram um resultado satisfatório, em relação à avaliação realizada. As conclusões mostram que os objetivos do trabalho foram atingidos, bem como contribuições e recomendações para trabalhos futuros.

**Palavras-chave:** remanufatura, sistema, barreiras, diretrizes.



## ABSTRACT

The high competition in the market and the environment awareness lead companies to look for new opportunities that can expand their market share. Examples of these opportunities are the appropriate destination of the products and recovery strategies (e.g., remanufacturing) in the end of their life. The fact that remanufacturing conserves part of the raw materials and the value added to the product during manufacturing demonstrate that, despite of the environmental benefits that can be achieve, it offers good opportunities to increase enterprises productivity and profitability. Nevertheless, companies seldom implement remanufacturing and when they do it, they face difficulties in its implementation due to lack of knowledge and guidance. These difficulties can be seen as barriers to implement the Remanufacturing System. The objective of this study is twofold: to identify the barriers of remanufacturing implementation and to propose guidelines to overcome them. First, it was performed a literature review on remanufacturing, which is classified as a system and characterized its elements. This facilitated the identification of barriers, which was complemented performing four case studies in remanufacturing companies in Brazil. The case studies also contributed to show the status of the practice of remanufacturing in this country. Afterwards, the barriers identified were divided into root causes and effects, by applying the method of the current reality tree, which was validated by experts. Thus, knowing the barriers, it was possible to develop guidelines to overcome them. These guidelines have also been validated by experts, which quantified, by means of a Likert scale, how much each guideline prevents the occurrence of the cause related to this. There have been some analysis and the guidelines are highlighted as strengths and others as weakness. Moreover, 85% of the guidelines had a satisfactory evaluation. The findings shown that the objectives were met and contributions and recommendations for future work were suggested.

**Key words:** remanufacturing, elements, barriers, guidelines.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas do trabalho.....	38
Figura 2 - Ciclo de vida de materiais, com destaque para as alternativas de fim de vida.....	40
Figura 3 - Sistema de Remanufatura.....	48
Figura 4 - Cadeia de Suprimentos Reversa e seus sub-elementos.....	53
Figura 5 - Operação de Remanufatura.....	60
Figura 6 - Imagem mostrando como funciona o software yEd.....	112
Figura 7 - Lógica de uma relação causa e efeito - conexão simples....	115
Figura 8 - Lógica de uma relação causa e efeito - conexão composta.....	115
Figura 9 - Imagem das conexões iniciais entre efeitos dos mesmos elementos.....	121
Figura 10 - Relações de causa e efeito do sub-elemento “Comercialização do produto remanufaturado”.....	122
Figura 11 - Relações de causa e efeito do elemento “Conhecimentos e habilidades dos funcionários”.....	123
Figura 12 - Relações de causa e efeito do elemento “Fluxo de informações no Sistema de Remanufatura”.....	123
Figura 13 - Relações de causa e efeito do elemento “Projeto para remanufatura”.....	124
Figura 14 - Modelo de Referência para a gestão do processo de desenvolvimento de produtos.....	155
Figura 15 - Resultado da avaliação estatística para diretriz 1/ barreira a6.....	173
Figura 16 - Resultado da avaliação estatística para diretriz 2/ barreira a6.....	174
Figura 17 - Resultado da avaliação estatística para diretriz 3/ barreira a6.....	175
Figura 18 - Resultado da avaliação estatística para diretriz 4/ barreira a6.....	176
Figura 19 – Resultado da avaliação estatística para diretriz 5/ barreira a6.....	176
Figura 20 - Resultado da avaliação estatística para diretriz 1/ barreira b13.....	178
Figura 21 - Resultado da avaliação estatística para diretriz 2/ barreira b13.....	179
Figura 22 - Resultado da avaliação estatística para diretriz 3/ barreira b13.....	180

Figura 23 - Resultado da avaliação estatística para diretriz 4/ barreira b13.....	181
Figura 24 - Resultado da avaliação estatística para diretriz 5/ barreira b13.....	182
Figura 25 - Resultado da avaliação estatística para diretriz 1/ barreira e28.....	183
Figura 26 - Resultado da avaliação estatística para diretriz 2/ barreira e28.....	184
Figura 27 - Resultado da avaliação estatística para diretriz 3/ barreira e28.....	185
Figura 28 - Resultado da avaliação estatística para diretriz 4/ barreira e28.....	186
Figura 29 - Resultado da avaliação estatística para diretriz 5/ barreira e28.....	187
Figura 30 - Resultado da avaliação estatística para diretriz 1/ barreira f37.....	188
Figura 31 - Resultado da avaliação estatística para diretriz 2/ barreira f37.....	189
Figura 32 - Resultado da avaliação estatística para diretriz 3/ barreira f37.....	190
Figura 33 - Resultado da avaliação estatística para diretriz 4/ barreira f37.....	191
Figura 34 - Resultado da avaliação estatística para diretriz 5/ barreira f37.....	192





## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Metodologia de Pesquisa.....	35
Quadro 2 - Barreiras classificadas de acordo com cada elemento do Sistema de Remanufatura.....	81
Quadro 3 - Classificação das empresas de remanufatura identificadas..	88
Quadro 4 - Método de Estudo de Caso.....	89
Quadro 5 - Barreiras usadas como efeitos na construção da ARA.....	117
Quadro 6 - Currículo Resumido dos Especialistas.....	128
Quadro 7 - Barreiras principais e diretrizes relacionadas.....	135
Quadro 8 - Estratégias do ecodesign para as atividades de Logística Reversa. ....	146
Quadro 9 - Macro fase de Desenvolvimento de produto considerado a remanufatura.....	149
Quadro 10 - Matriz RemPro - Característica do Produto X - Etapas da Operação de Remanufatura. ....	160
Quadro 11 - Estratégias de Produto X Etapas da Operação de Remanufatura. ....	163
Quadro 12 - Informações sobre os especialistas.....	168
Quadro 13 - Demonstração do formato das perguntas no questionário de avaliação. ....	171
Quadro 14 - Níveis de confiabilidade do alfa de Cronbach.....	171



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Motivadores para a adoção de estratégias de logística reversa.....	55
Tabela 2 - Porcentagens de notas 4 e 5 por questão.....	193



## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANRAP - Associação Nacional de Remanufatura de Autopeças  
APR - Árvore de Pré-Requisitos  
ARA - Árvore da Realidade Atual  
ARF - Árvore da Realidade Futura  
AT - Árvore de Transição  
BRAGECRIM - *Brazilian German Collaborative Research Initiative in Manufacturing*  
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior  
CEB - Coalização Empresarial Brasileira  
CSD - Cadeia de Suprimentos Direta  
CSR - Cadeia de Suprimentos Reversa  
DDN - Diagrama de Dispersão de Nuvem  
DECEX - Departamento de Operações de Comércio Exterior  
DFDI - *Design For Disassembly Index*  
DFG - *Deutsche Forschungsgemeinschaft*  
EDIT - *Environmental Design Industrial Template*  
EDST - *Environmental Design Support Tool*  
EESC - Escola de Engenharia de São Carlos  
EUA - Estados Unidos da América  
LR - Logística Reversa  
MAAP - *Method to Assess the Adaptability of Products*  
MDIC - Ministério da Indústria, Desenvolvimento e Comércio Exterior  
OEM - *Original Equipment Manufacturers*  
OPT - *Optimized Production Technology*  
PR - Processo de Raciocínio  
PSS - *Product Service System*  
TOC - *Theory of Constraints*  
TUB - Universidade Técnica de Berlim  
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina  
USP - Universidade de São Paulo



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>28</b>
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA.....	30
1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO.....	32
<b>1.2.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>32</b>
<b>1.2.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>32</b>
1.3 JUSTIFICATIVA DO TEMA.....	32
1.4 CONTRIBUIÇÃO DA PESQUISA.....	33
1.5 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	34
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	37
1.7 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	38
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>39</b>
2.1 ORIGENS E DEFINIÇÃO.....	39
2.2 MOTIVADORES.....	41
2.3 A REMANUFATURA NO BRASIL.....	43
<b>2.3.1 Associação Nacional de Remanufatura de Autopeças.....</b>	<b>45</b>
2.4 O SISTEMA DE REMANUFATURA.....	46
<b>2.4.1 Cadeia de Suprimentos de ciclo fechado (Closed-Loop SupplyChain) .....</b>	<b>48</b>
<b>2.4.2 Cadeia de Suprimentos Direta (CSD).....</b>	<b>50</b>
<b>2.4.3 Elemento 1: Cadeia de Suprimentos Reversa (CSR).....</b>	<b>50</b>
2.4.4.1 Sub-elemento 1.1: Aquisição/relacionamento com o fornecedor do produto usado. ....	53
2.4.4.2 Sub-elemento 1.2: Logística Reversa (LR).....	54
2.4.4.3 Sub-elemento 1.3: A Operação de remanufatura.....	59
2.4.4.4 Sub-elemento 1.4: Comercialização do produto remanufaturado.....	60
<b>2.4.4 Elemento 2: Conhecimentos e habilidades dos funcionários para remanufatura.....</b>	<b>62</b>
<b>2.4.5 Elemento 3: Projeto para Remanufatura (Design for Remanufacturing) .....</b>	<b>63</b>
<b>2.4.6 Elemento 4: Fluxo de informações no Sistema de Remanufatura.....</b>	<b>65</b>
<b>2.4.7 Interdependência entre interação entre os elementos do Sistema de Remanufatura.....</b>	<b>67</b>
2.5 BARREIRAS E DESAFIOS DO SISTEMA DE REMANUFATURA.....	68
2.6 A REMANUFATURA COMO ESTRATÉGIA.....	69
<b>2.6.1 Atores principais.....</b>	<b>69</b>



2.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS DESTE CAPÍTULO.....	72
<b>3 BARREIRAS NA IMPLEMENTAÇÃO DA REMANUFATURA DA LITERATURA.....</b>	<b>73</b>
3.1 ELEMENTO 1: CADEIA DE SUPRIMENTOS REVERSA.....	73
3.2 SUB-ELEMENTO 1.1: RELACIONAMENTO COM FORNECEDORES DO PRODUTO USADO.....	73
3.3 SUB-ELEMENTO 1.2: LOGÍSTICA REVERSA.....	74
3.4 SUB-ELEMENTO 1.3: OPERAÇÃO DE REMANUFATURA.....	75
3.5 SUB-ELEMENTO 1.4: COMERCIALIZAÇÃO DO PRODUTO REMANUFATURADO.....	76
3.6 ELEMENTO 2: CONHECIMENTOS E HABILIDADES DOS FUNCIONÁRIOS PARA REMANUFATURA.....	77
3.7 ELEMENTO 3: PROJETO PARA REMANUFATURA.....	78
3.8 ELEMENTO 4: FLUXO DE INFORMAÇÕES NO SISTEMA DE RAMANUFATURA.....	79
3.9 BARREIRAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE REMANUFATURA LEVANTADAS NA LITERATURA. ....	80
3.10 CONSIDERAÇÕES FINAIS DESTE CAPÍTULO.....	86
<b>4 BARREIRAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE REMANUFATURA DAS EMPRESAS.. ....</b>	<b>87</b>
4.1 MÉTODO DE ESTUDO DE CASO.....	87
4.2 REALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO: SELEÇÃO DO SETOR E DAS EMPRESAS.....	88
4.3 ESTUDO DE CASO 1 - REMANUFATOREIRO INDEPENDENTE.....	90
4.3.1 Características da empresa.....	90
4.3.2 Elemento 1: Cadeia de Suprimentos Reversa.....	90
4.3.3 Elemento 2: Conhecimento e habilidades dos funcionários....	94
4.3.4 Elemento 3: Projeto para remanufatura.....	94
4.3.5 Elemento 4: Fluxo de informações no Sistema de Remanufatura.....	95
4.3.6 Barreiras adicionais.....	95
4.4 ESTUDO DE CASO 2 - REMANUFATUREIO INDEPENDENTE.....	95
4.4.1 Características da empresa.....	96
4.4.2 Elemento 1: Cadeia de Suprimentos Reversa.....	96
4.4.3 Elemento 2: Conhecimento e habilidades dos funcionários....	98
4.4.4 Elemento 3: Projeto para a remanufatura.....	98
4.4.5 Elemento 4: Fluxo de informações no Sistema de Remanufatura.....	98

4.5 ESTUDO DE CASO 3 - OEM REMANUFATUREIRO.....	99
4.5.1 Características da empresa.....	99
4.5.2 Histórico de remanufatura na empresa Z.....	100
4.5.3 A remanufatura na empresa Z.....	101
4.5.4 Elemento 1: Cadeia de Suprimentos Reversa.....	101
4.5.5 Elemento 2: Conhecimento e habilidades dos funcionários..	104
4.5.6 Elemento 3: Projeto para a remanufatura.....	104
4.5.7 Elemento 4: Fluxo de informações no Sistema de Remanufatura..	104
4.6 ESTUDO DE CASO 4 – OEM REMANUFATUREIRO.....	105
4.6.1 Características da empresa.....	105
4.6.2 Elemento 1: Cadeia de Suprimentos Reversa.....	105
4.6.3 Elemento 2: Conhecimento e habilidades dos funcionários..	107
4.6.4 Elemento 3: Projeto para a remanufatura.....	108
4.6.5 Elemento 4: Fluxo de informações no Sistema de Remanufatura. ....	108
4.7 BARREIRAS IDENTIFICADAS NOS ESTUDOS DE CASO....	108
4.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS DESTE CAPÍTULO.....	109
<b>5 BARREIRAS PRINCIPAIS NA IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE REMANUFATURA.....</b>	<b>111</b>
5.1 CONCEITUAÇÃO DA ÁRVORE DA REALIDADE ATUAL (ARA).....	113
5.2 APLICAÇÃO DA ARA.....	114
5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DESTE CAPÍTULO.....	126
<b>6 VALIDAÇÃO DAS RELAÇÕES DE CAUSA E EFEITO.....</b>	<b>128</b>
6.1 VALIDAÇÃO POR ESPECIALISTAS.....	128
6.2 ALTERAÇÕES SUGERIDAS PELOS ESPECIALISTAS.....	131
6.3 SELEÇÃO DE CAUSAS RAIZ A SEREM ATACADAS.....	133
6.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DESTE CAPÍTULO.....	133
<b>7 DIRETRIZES PARA BARREIRAS PRINCIPAIS.....</b>	<b>135</b>
7.1 BARREIRA A6 - A EMPRESA NÃO POSSUI UM RELACIONAMENTO ESTREITO COM O CLIENTE FINAL, QUANDO ESTE É O FORNECEDOR (CLIENTE-FORNECEDOR).....	138
7.2 BARREIRA B13 - LOGISTICA REVERSA NÃO ESTRUTURADA.....	144
7.3 BARREIRA A28 – OS FUNCIONÁRIOS, E MUITAS VEZES A ALTA ADMINISTRAÇÃO, NÃO CONHECEM O VERDADEIRO SIGNIFICADO DA PALAVRA “REMANUFATURA” .....	148

7.4 BARREIRA F37 – POUCA PREOCUPAÇÃO EM PROJETAR PARA A REMANUFATURA.....	154
7.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DESTE CAPÍTULO.....	166
<b>8 VALIDAÇÃO DAS DIRETRIZES PROPOSTAS.....</b>	<b>168</b>
8.1 VALIDAÇÃO POR ESPECIALISTAS.....	168
8.2 QUESTIONÁRIO DE VALIDAÇÃO DAS DIRETRIZES.....	170
8.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A ANÁLISE DOS GRÁFICOS.....	192
8.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DESTE CAPÍTULO.....	194
<b>9 CONCLUSÕES.....</b>	<b>196</b>
9.1 EM RELAÇÃO AOS OBJETIVOS DO PRESENTE TRABALHO.....	196
9.2 EM RELAÇÃO À CONTRIBUIÇÃO DO TRABALHO.....	198
9.3 EM RELAÇÃO A TRABALHOS FUTUROS.....	198
9.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	198
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>200</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>212</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Questões como a competição acirrada no mercado, o aumento da preocupação com o meio ambiente e das exigências dos clientes levam as empresas a buscarem novas oportunidades e formas de atuação para expandir sua participação no mercado. Assim, alguns aspectos estão sendo abordados pelas empresas, como por exemplo, o destino dos produtos no fim de sua vida útil, bem como o reaproveitamento destes por meio de estratégias de fim de vida, como a remanufatura, reciclagem e reuso.

Na remanufatura, o produto usado retorna ao processo produtivo e passa por etapas como a desmontagem, limpeza, recondicionamento, inspeção e remontagem, devendo originar assim um produto com a mesma qualidade de um novo.

Dentre as estratégias de fim de vida dos produtos, a remanufatura é uma das alternativas preferíveis (JACOBSSON, 2000; STEINHILPER; BRENT, 2003). A maioria dos autores se refere ao fato de que, com a remanufatura, os esforços e recursos necessários para o reaproveitamento dos produtos e suas partes são inferiores em comparação às outras alternativas (LINDAHL; SUNDIN; ÖSTLIN, 2006). Além disto, a remanufatura preserva a forma geométrica dos produtos e o seu valor agregado, já que depois de remanufaturado o produto deverá ser utilizado para o mesmo fim que foi usado durante seu ciclo de vida original (AMEZQUITA et al, 1995).

O fato da remanufatura conservar parte das matérias-primas e do valor agregado ao produto durante a sua fabricação demonstra que esta apresenta boas oportunidades para aumentar a produtividade e lucratividade nas empresas (GIUNTINI; GAUDETTE, 2003). Assim, devido aos seus benefícios ambientais e econômicos, a remanufatura está de maneira crescente conquistando um espaço importante no comércio mundial. Porém, a remanufatura ainda é pouco explorada em estudos acadêmicos e por empresas, principalmente no Brasil (KATO; LAURINDO, 2004; ZANETTE, 2008).

A remanufatura encontra-se atualmente em franca expansão na Europa e Estados Unidos, como uma opção para as organizações destacarem-se no mundo competitivo ao estimular a durabilidade dos produtos, redução de custos e de impactos ambientais (FILHO; JUNIOR; COSTA, 2006). Também no meio acadêmico, os conceitos e a importância da remanufatura estão sendo cada vez mais abordados por diversos autores (JACOBSSON, 2000; GIUNTINI; GAUDETTE, 2003;

GUIDE; TEUNTER; VAN WASSENHOVE, 2003; LINDAHL: SUNDIN; ÖSTLIN, 2006).

Alguns itens podem ser levantados como motivadores para alavancar estudos e incentivar a implementação da remanufatura, como: questões ecológicas, imagem institucional, razões financeiras e estratégias mercadológicas (HEESE et al., 2004 apud KATO; LAURINDO, 2004). Outro motivador é a legislação, principalmente na Europa. Já nos EUA, a maior força orientadora é a busca pelo aumento da rentabilidade das empresas (GUIDE; HARRISON; VAN WASSENHOVE, 2003).

No Brasil, poucos setores industriais estão realizando a remanufatura. É escasso o número de empresas brasileiras conscientes sobre as questões ambientais e comprometidas com o destino dos produtos usados fabricados por elas. Atuando para mudar estes fatos, estas empresas podem aumentar o grau de competitividade frente às empresas estrangeiras, conquistar novos clientes e sobreviver no mercado, além de colaborarem com a produção e o consumo mais sustentável.

A pesquisa de Jacobsson (2000) mostra que empresas como a Eletrolux, Fuji, Xerox e Kodak remanufaturam os produtos que fabricam e que, geralmente estas empresas não seguem um modelo estruturado e organizado para realizar a remanufatura. Apesar disto, percebe-se que estas empresas apresentam estruturas e desafios similares no que tange a remanufatura e que, para tornar possível a remanufatura, são necessárias mudanças na estrutura tradicional de negócios das organizações (JACOBSSON, 2000).

Muitas vezes, empresas não implementam a remanufatura, ou encontram dificuldades na sua implementação por falta de conhecimento e de orientações sobre o impactos e implicações de tal decisão (FERGUSON; TOKTAY, 2004). Além disto, existe dificuldade de enxergar todas as questões referentes à remanufatura de forma integrada e sistemática.

Percebe-se então que entre as várias questões que envolvem a remanufatura, a decisão sobre oferecer ou não um produto remanufaturado atualmente ainda não é bem entendida pela maioria das empresas (VALENTA, 2004 apud FERGUSON; TOKTAY, 2004).

## 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Levando em consideração os fatos citados, bem como o aumento da preocupação com questões ambientais e o atual cenário competitivo, nota-se a importância de compreender a remanufatura como um sistema, seus elementos, características e especificidades, para auxiliar a implementação e manutenção deste sistema nas organizações.

Desta forma, o Sistema de Remanufatura é tratado nesta pesquisa como um sistema que abrange todos os elementos envolvidos na remanufatura, desde as etapas da cadeia de suprimentos reversa, em que os produtos usados (matéria-prima da remanufatura) são recolhidos até o momento que o produto remanufaturado é comercializado no mercado.

As questões estratégicas deste sistema estão recebendo pouca atenção, já que a literatura cobre áreas dispersas relacionadas ao mesmo e poucas evidências foram produzidas sobre como implementar este sistema nas empresas (JACOBSSON, 2000).

Isto leva as empresas a encontrarem dificuldades que podem ser entendidas como barreiras para implementação e consolidação do Sistema de Remanufatura, principalmente porque as empresas tendem a gerenciar este sistema específico como um sistema convencional de manufatura, adotando os mesmo métodos e soluções usadas na manufatura tradicional. Contudo, a remanufatura é um sistema mais complexo e apresenta um número maior de variáveis a serem consideradas (ZANETTE, 2008).

Guide (2000) cita algumas características do Sistema de Remanufatura, como: incerteza sobre o momento de retorno e qualidade do produto usado; necessidade de balancear o retorno de produtos usados com a demanda por produtos remanufaturados; necessidade de desmontar produtos recolhidos; incerteza sobre a possibilidade de reaproveitamento dos materiais dos produtos que retornam; necessidade de uma rede de logística reversa.

As características levantadas por Guide (2000) mostram algumas das peculiaridades do Sistema de Remanufatura que o torna diferente do sistema tradicional de manufatura. Primeiramente, se faz necessário compreender tais características, bem como o funcionamento do sistema como um todo para, então, entender as barreiras na implementação do sistema. Posteriormente, deve-se agir no sentido de contornar tais barreiras, sendo que uma forma seria o levantamento de estratégias, ferramentas, métodos e/ou diretrizes adequadas àquelas barreiras que

seriam as causas principais, chamadas no presentes trabalho de causas raízes, das dificuldades de implementação do sistema.

Levando em consideração os aspectos abordados previamente, algumas perguntas foram levantadas, sendo que as mesmas são respondidas ao longo deste trabalho.

1. Como a remanufatura pode ser organizada de acordo com um sistema?
2. Quais são os elementos inseridos neste Sistema e quais são suas características?

Ao responder a estas perguntas, pretende-se ter um maior entendimento sobre o Sistema de Remanufatura e seus elementos, possibilitando uma visão geral e integrada deste sistema, além de compreender seu funcionamento.

3. Quais são as barreiras associadas à implementação do Sistema de Remanufatura, de acordo com a literatura?

A terceira pergunta levará à identificação das barreiras, inseridas em cada elemento do sistema e levantados por meio de uma revisão bibliográfica de trabalhos nacionais e, principalmente (devido a sua predominância), trabalhos internacionais.

4. Quais são as barreiras associadas à implementação do Sistema de Remanufatura, de acordo com empresas que remanufaturam no Brasil?

Serão realizados estudos de caso para conhecer como a remanufatura é realizada no Brasil. Também serão verificadas quais são as barreiras enfrentadas pelas empresas estudadas, tendo como base as barreiras identificadas na literatura.

5. Quais são as causas raízes para as barreiras identificadas no Sistema de Remanufatura?

As causas raízes (denominadas de barreiras principais) serão identificadas por meio da construção de uma Árvore da Realidade Atual, possibilitando a identificação do quais são causas raízes e quais são os efeitos destas causas.

6. Quais diretrizes podem ser propostas para solucionar as barreiras principais (causas raízes)?

Após identificar as causas raízes, serão propostas diretrizes para orientar as empresas a contornar tais barreiras. Desta forma, ações poderão ser direcionadas para o que realmente são as causas da maioria das barreiras encontradas. As diretrizes serão propostas com auxílio da literatura, bem como das práticas usadas pelas empresas estudadas neste trabalho.

## 1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é identificar barreiras e propor diretrizes para a implementação do Sistema de Remanufatura.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Levantar o estado da arte sobre remanufatura;
- Organizar os conhecimentos sobre remanufatura, por meio da visão de Sistema de Remanufatura e os elementos inseridos neste sistema, contribuindo para uma visão integrada sobre o tema;
- Identificar quais causas contribuem para a ocorrência da maioria das barreiras identificadas;
- Avaliar as diretrizes propostas para contornar as barreiras que são causas raízes.

## 1.3 JUSTIFICATIVA DO TEMA

Optou-se por estudar a remanufatura por ser um tema que está em crescimento e que está sendo considerado cada vez mais importante no cenário mundial, porém ainda pouco abordado por estudos acadêmicos e pouco conhecido no mundo empresarial, principalmente no Brasil. Segundo Zanete (2008), 80% dos estudos sobre remanufatura concentram-se em países com alto desenvolvimento tecnológico. Os estudos encontrados no Brasil, juntamente com Portugal, Singapura e Israel, somam apenas 11%.

Este fato pode estar relacionado com alguns aspectos, como a falta de conhecimento sobre o que é a remanufatura, a dificuldade de pensar na remanufatura como um sistema, de abordar o tema do ponto de vista estratégico e de entender as peculiaridades do Sistema de Remanufatura, que o diferenciam do sistema de manufatura tradicional.

Segundo Guide e Van Wassenhove (2009), uma das maneiras de lidar com as peculiaridades do Sistema de Remanufatura é ir além de questões operacionais e ter uma perspectiva global dos processos de negócios. O Sistema de Remanufatura deve ser percebido como uma nova abordagem em relação ao sistema tradicional de manufatura, necessitando de uma nova visão, novo modelos de negócios e quebra de paradigmas pelas empresas tradicionais.



Assim, nota-se a importância de entender a remanufatura como um sistema, que abrange elementos externos e internos à organização. Tratar estes elementos de forma integrada, flexível e simultânea pode otimizar o gerenciamento do Sistema de Remanufatura, evitando o aparecimento de possíveis barreiras na implementação deste sistema.

Um dos motivos que leva ao aparecimento de barreiras para a implementação do Sistema de Remanufatura é o fato de que empresas que realizam a remanufatura tendem a usar as mesmas práticas, métodos e soluções que empresas convencionais de manufatura. Contudo, a remanufatura é um sistema mais complexo e, para entender seu funcionamento, são necessários mais estudos que busquem soluções para as dificuldades que se apresentam neste sistema (ZANETTE, 2008). Por exemplo, os tamanhos dos lotes de produtos remanufaturados são normalmente menores, o grau da automação dos seus processos é mais baixo e o montante do trabalho manual é mais alto, comparado com a manufatura (STEINHILPER, 1998).

Concordando com a pesquisa realizada por Zanette (2008), sobre os conceitos e motivadores da remanufatura no Brasil e no mundo, os estudos sobre o Sistema de Remanufatura podem aumentar a competitividade da remanufatura nas empresas, na medida em que suas principais barreiras forem identificadas, compreendidas e exploradas, para que as melhores soluções sejam implementadas.

As barreiras encaradas pelas empresas limitam a lucratividade que estas apresentam com a remanufatura e desestimulam empresas que pretendem iniciar a implementação do Sistema de Remanufatura. Deste modo, para que este sistema alcance os benefícios econômicos e ambientais que suas características permitem, esta pesquisa identifica estas barreiras, além de classificá-las em causas raízes e sintomas e propor diretrizes adequadas para contornar tais barreiras.

Assim, para identificar e compreender as barreiras referentes aos elementos do Sistema de Remanufatura nota-se a importância de visualizar a remanufatura como um sistema e compreender as peculiaridades que tornam o Sistema de Remanufatura complexo, para então elaborar diretrizes que possam otimizá-lo.

#### 1.4 CONTRIBUIÇÃO DA PESQUISA

No que diz respeito à contribuição prática deste trabalho, os resultados desta pesquisa buscam auxiliar as empresas que remanufaturam, a identificar e conhecer quais são as barreiras na

implementação do Sistema de Remanufatura, como também possibilitar que as empresas que pretendem iniciar a remanufatura possam se prevenir da ocorrência de tais barreiras. Além disto, serão propostas diretrizes adequadas para contornar as principais barreiras, possibilitando um direcionamento para empresas de remanufatura.

Como contribuição acadêmica, este trabalho visa estimular o conhecimento e desenvolvimento de estudos sobre remanufatura no Brasil, já que são poucas as empresas que remanufaturam e poucos os estudos sobre remanufatura no país. Além disto, os resultados desta pesquisa mostram o estado da prática da remanufatura no Brasil, permitindo uma troca de experiências entre as empresas que já remanufaturam.

Também se busca incentivar empresas a implementar a remanufatura, já que esta pesquisa fornece características e entendimento sobre o Sistema de Remanufatura e tais empresas poderão iniciar a implementação deste sistema já conhecendo e se precavendo de quais serão as possíveis barreiras que enfrentarão.

## 1.5 METODOLOGIA DE PESQUISA

Do ponto de vista de sua natureza, esta pesquisa é aplicada, já que objetiva gerar conhecimentos novos e úteis para o avanço da ciência (SILVA; MENEZES, 2003).

Em relação ao tipo, o presente trabalho é uma pesquisa qualitativa, consistindo no levantamento da literatura existente sobre o tema e os principais trabalhos, sendo realizada por meio de um delineamento teórico-conceitual (GIL, 1991).

Já do ponto de vista dos seus objetivos, a pesquisa é exploratória, ao envolver um levantamento bibliográfico e a análise de exemplos que estimulem a compreensão do tema (GIL, 1991).

O método de pesquisa utilizado foi o indutivo. Neste método, a generalização dos fatos deriva da observação de casos da realidade concreta e constatações específicas levam à elaboração de generalizações (LAKATOS; MARCONI, 1993).

O quadro a seguir sintetiza a metodologia utilizada nesta pesquisa.

**Quadro 1: Metodologia de Pesquisa**

<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>PESQUISA</b>
<b>Natureza</b>	Aplicada
<b>Tipo</b>	Qualitativa
<b>Objetivos</b>	Exploratória
<b>Método</b>	Indutivo
<b>Procedimento Técnico</b>	Método de Estudo de Caso

Fonte: Autor (2009)

Na primeira parte do trabalho foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a remanufatura, sendo que por meio da organização de conceitos, chegou-se a definição e caracterização do Sistema de Remanufatura e dos elementos inseridos neste sistema, como Cadeia de Suprimentos Reversa, Operação e Projeto para Remanufatura. Este levantamento possibilitou a realização da segunda etapa do trabalho.

Após compreender e analisar as características dos elementos do Sistema de Remanufatura, a segunda parte da pesquisa resultou na identificação das principais barreiras para a implementação da remanufatura, de acordo com cada elemento, encontradas na literatura e, principalmente, da teoria e casos internacionais, já que são poucos os estudos sobre remanufatura no Brasil.

Para se chegar às barreiras, inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico, buscando-se artigos que contemplassem as palavras: *Remanufacture*; *Remanufacturing*; *Remanufactured*; *Design for environment*; *Design for remanufacturin*; *Reverse logistics*; *Product recovery*; *Reverse supply chain*; *Closed loop*; *Closed loop supply chain*; *End of life*; *Lifecycle*, bem como as traduções destas palavras para a língua portuguesa – Remanufatura; Projeto para o meio ambiente, Projeto para remanufatura; Logística reversa; Reaproveitamento de produtos; Cadeia de Suprimentos Reversa; Fluxo fechado; Cadeia de suprimentos de fluxo fechado; Fim de vida; Ciclo de vida. Foram registrados e estudados um total de 91 artigos, sendo que apenas 22 destes trabalhos apresentam-se em língua portuguesa.

Nos artigos registrados, investigaram-se os elementos e as barreiras dos diferentes elementos do Sistema de Remanufatura. Assim, todos os artigos foram lidos na íntegra, sendo que o critério utilizado para a inclusão de artigos na presente pesquisa foi a identificação de

barreiras, problemas e/ou dificuldades relacionadas ao Sistema de Remanufatura, no que diz respeito ao seu desenvolvimento, consolidação e estruturação.

Como procedimentos técnicos foram realizados estudos de caso com quatro empresas de remanufatura do setor automotivo que estão localizadas no Estado de São Paulo. O estudo de caso investiga um fenômeno contemporâneo, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos (YIN, 2005).

TULL (1976 apud BRESSAN, 2000) afirma que "um estudo de caso refere-se a uma análise intensiva de uma situação particular". Segundo o mesmo autor, o método, muitas vezes, é colocado como sendo mais adequado para pesquisas exploratórias e particularmente úteis para a geração de hipóteses.

Este método é útil, segundo BONOMA (1985 apud BRESSAN, 2000), "... quando um fenômeno é amplo e complexo, onde o corpo de conhecimentos existente é insuficiente para permitir a proposição de questões causais...". O autor coloca como objetivos do Método do Estudo de Caso não a quantificação ou a enumeração, mas, a descrição, classificação, desenvolvimento teórico, para levar a compreensão do objeto estudado (BRESSAN, 2000).

As informações foram recolhidas nestas empresas por meio entrevistas focadas, utilizando-se questionário semi-estruturado. Além disto, foram realizadas consultas aos sites das empresas e visitas às empresas.

Posteriormente, foi construída uma Árvore de Causa e Efeito, de acordo com o método da Árvore da Realidade Atual (ARA) desenvolvido por Goldratt (1995), para identificar quais são as causas raízes entre as barreiras levantadas no trabalho. Finalmente, diretrizes para contornar tais barreiras foram propostas, por meio da análise de práticas utilizadas por empresas estudadas na literatura e pelas empresas estudadas nesta pesquisa. Também foram utilizadas informações levantadas durante a revisão bibliográfica que estavam relacionadas com a resolução das barreiras identificadas como causas raízes.

Foram realizadas duas validações durante esta pesquisa, por meio de questionários aplicados para especialistas. Primeiro, para as relações de causa e efeito da ARA, com intuito de validar a árvore. Segundo, para as diretrizes elaboradas. Neste caso, foi utilizada a escala de Likert, buscando-se verificar o quanto cada diretriz evita a ocorrência da barreira relacionada. Ainda, para cada questão, foi elaborado um gráfico

que mostra a porcentagem de respostas marcadas para cada número, bem como os comentários realizados pelos especialistas.

## 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em cinco capítulos. O capítulo 1 apresenta o problema de pesquisa, suas justificativa, contribuição e objetivos, bem como as perguntas de pesquisa, a metodologia utilizada e as delimitações do trabalho.

O capítulo 2 trata da fundamentação teórica, ilustrando o estado da arte da remanufatura. Neste capítulo são levantados e organizados conceitos sobre remanufatura, considerando sua origem, definição, motivadores. Também foram citadas as condições da remanufatura no Brasil. Os elementos do Sistema de Remanufatura foram conceituados, bem como o próprio sistema. Os conhecimentos adquiridos por meio da revisão da literatura sobre o tema dará suporte a identificação das barreiras relativas a cada elemento, contempladas no capítulo 3.

Deste modo, no capítulo 3 encontram-se as barreiras associadas à implementação do Sistema de Remanufatura, divididas de acordo com cada elemento do sistema.

Já o capítulo 4 trata do levantamento das barreiras para a implementação da remanufatura, consideradas pelas empresas estudadas. As informações foram adquiridas por meio de quatro estudos de caso com empresas que remanufaturam no Brasil.

No capítulo 5 foi desenvolvida uma árvore de causa e efeito, que possibilitou a identificação de quais são as principais barreiras (causas raízes) na implementação do Sistema de Remanufatura. Para a construção desta árvore utilizou-se o método elaborado por Goldratt (1995), denominado Árvore da Realidade Atual (ARA). A validação da ARA ocorre no capítulo 6, por meio de avaliação das relações de causa e efeito da ARA por especialistas.

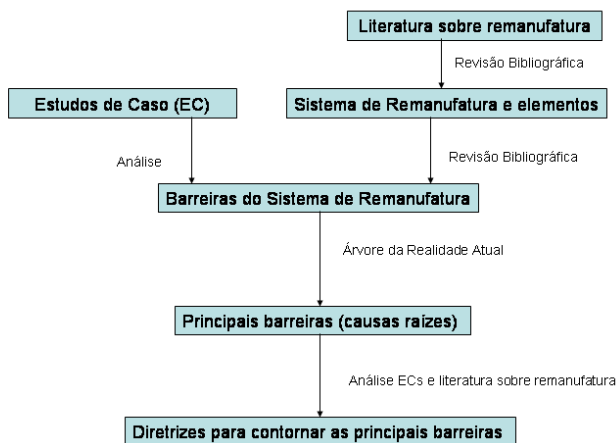
O capítulo 7 mostra as diretrizes propostas para contornar as principais barreiras identificadas na árvore validada, demonstrando assim como as empresas podem direcionar seus esforços na busca de um Sistema de Remanufatura efetivo. Também para as diretrizes foi realizada uma validação por especialistas, que se encontra no capítulo 8.

Por fim, o capítulo 9 traz as conclusões do trabalho, sendo que é neste momento que os objetivos propostos no capítulo 1 são revisados para demonstrar a efetividade no alcance dos mesmos. Finalmente,

descreveram-se recomendações de estudos futuros, para continuidade e desenvolvimento da remanufatura no Brasil.

A seguir, é possível visualizar uma figura contendo as etapas deste trabalho, bem como a sequência para o desenvolvimento do mesmo, facilitando assim sua compreensão e entendimento.

**Figura 1: Etapas do trabalho**



Fonte: Autor (2009)

## 1.7 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

Este trabalho trata da remanufatura com uma abordagem sistêmica. Busca-se, então, entender este sistema e os elementos inseridos neste sistema. Não serão detalhadas atividades e tarefas de cada elemento, visto que o objetivo é identificar as barreiras para a implementação do Sistema de remanufatura referentes a cada elemento.

Não faz parte do escopo deste trabalho tratar das características das Operações de Remanufatura de casos da literatura ou em empresas. No entanto, algumas destas características serão abordadas para facilitar a compreensão e o entendimento sobre as barreiras do Sistema de Remanufatura.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo trata do estado da arte sobre a remanufatura, sendo que são levantados e organizados conceitos sobre remanufatura, considerando sua origem, definição, motivadores e estrutura. Além disto, o intuito deste capítulo é conceituar e caracterizar os elementos que compõe um Sistema de Remanufatura, possibilitando uma visão geral deste sistema.

### 2.1 ORIGENS E DEFINIÇÃO

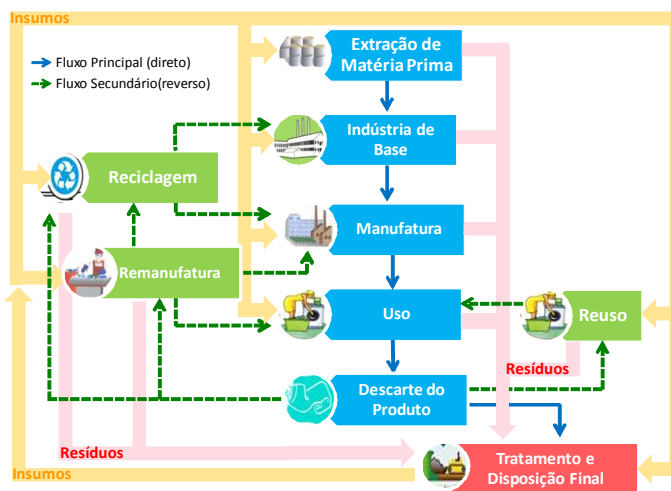
A remanufatura iniciou-se nos Estados Unidos e na Inglaterra na década de 40 e tem sua mais forte tradição no setor automotivo, sendo que os produtos deste setor representam em torno de dois terços dos produtos remanufaturados (STEINHILPER; BRENT, 2003). No entanto, nas últimas décadas o conceito de remanufatura se estendeu para outros setores como o elétrico, eletrodomésticos, máquinas e telefones celulares (SUNDIN, 2004).

A remanufatura teve seu grande impulso inicial durante a Segunda Guerra Mundial, quando muitas fábricas passaram a produzir equipamentos militares. Conseqüentemente, os recursos (trabalho, material, entre outros.) para as atividades industriais ficaram escassos (SUNDIN, 2004), o que estimulou o desenvolvimento da remanufatura.

Muitos pesquisadores citam que a remanufatura é um das alternativas preferíveis entre os possíveis cenários de fim de vida dos produtos (JACOBSSON, 2000; STEINHILPER; BRENT, 2003). Algumas das opções de fim de vida, além da remanufatura, são: reparo, recondicionamento, reutilização, reciclagem, reuso ou mesmo o descarte. A maioria dos autores se refere ao fato de que, com a remanufatura, os esforços e recursos necessários para o reaproveitamento dos produtos e suas partes são inferiores em comparação a outras possibilidades citadas (LINDAHL; SUNDIN; ÖSTLIN, 2006).

A seguir está ilustrado o ciclo de vida dos materiais do produto. Em verde é possível visualizar as alternativas de fim de vida do produto.

**Figura 2 – Ciclo de vida de materiais, com destaque para as alternativas de fim de vida**



Fonte: Pigosso et al (2009)

Outro benefício da remanufatura está na preservação da forma geométrica dos produtos e do seu valor econômico e ambiental, já que depois de remanufaturado o produto será utilizado para o mesmo fim que foi usado durante seu ciclo de vida original (AMEZQUITA et al, 1995). Já no caso da reciclagem, produto usado é reduzido ao seu valor como matéria-prima (IJOMAH et al, 2007).

Um problema crucial para os profissionais e pesquisadores é a ambigüidade na definição do conceito de remanufatura. Ijomah, Childe e McMahon (2004) determinaram uma definição para a remanufatura, além de diferenciá-la de outras estratégias de fim de vida como o reparo e o recondicionamento:

- **Remanufatura:** O processo de transformação de um produto usado em um produto com a qualidade e garantia equivalente à de um produto recém-fabricado.
- **Recondicionamento:** O processo de reparar produtos usados a condições satisfatórias, porém podendo ter especificações inferiores à especificação original do fabricante. Geralmente, o produto apresenta uma garantia inferior a de um recém-fabricado equivalente. Ijomah et al. (2007) menciona que o recondicionamento exige menos recursos do que



remanufatura, porém mais que o reparo e que atualizações tecnológicas podem ocorrer durante o recondicionamento.

- **Reparo:** é a correção de falhas em um determinado produto, por meio da troca dos componentes que estão danificados e que estão comprometendo a funcionalidade do produto. Quando o produto reparado tem garantias, geralmente inferiores às dos recém-fabricados equivalentes. Além disso, a garantia pode não cobrir a totalidade do produto, mas apenas o componente que foi substituído.

A definição elaborada pelos autores supracitados foi obtida por meio de estudos de caso na indústria remanufatureira mecânica e eletromecânica do Reino Unido, e teve como base para sua formulação as definições de remanufatura de Amezquita et al. (1996) e Haynesworth e Lyon (1987). Para Ijomah, Childe e McMahon (2004), a maioria das definições de remanufatura peca por não abordar o fato de que os produtos remanufaturados têm qualidade superior a produtos reparados e reconicionados e a mesma qualidade que novos produtos.

## 2.2 MOTIVADORES

As organizações, ao decidirem por implementar novos processos e sistemas, são incentivadas por algumas forças motivadoras. De acordo com Sundin (2004), no caso da remanufatura, os incentivos para as empresas iniciarem sua implementação são: questões ambientais, pressões da legislação, demanda de mercado. Amezquita et al (1995) acrescenta aos motivos citados a questão financeira.

De acordo com Ijomah (2007), as chaves orientadoras da remanufatura são as preocupações ambientais (a necessidade de redução de resíduos durante a extração dos materiais e processos de fabricação e em todo o restante do ciclo de vida do produto), a legislação (devido a acordos internacionais para reduzir o impacto ambiental dos produtos e processos de fabricação) e também as questões financeiras.

A pesquisa de Seitz (2006), sobre remanufatura pelos fabricantes originais (OEM) do setor automobilístico, lista como motivadores: responsabilidade moral e ética, com os crescentes discursos sobre “consumismo verde” e “mercado verde”; a concorrência; a legislação ambiental, devido a leis de reaproveitamento e de responsabilidade pelo produto; e a rentabilidade.

Nos EUA e alguns países da Europa, como Alemanha, estão localizadas as empresas que mais praticam a remanufatura. No caso dos

EUA, o interesse pela remanufatura está crescendo devido ao potencial lucrativo. Já na Europa, o maior motivador da remanufatura são as pressões da legislação (GUIDE; HARRISON; VAN WASSENHOVE, 2003). É importante ressaltar que nos EUA, a indústria de remanufatura não foi desenvolvida devido a preocupações ambientais ou regulamentações governamentais, mas por ser considerada economicamente eficiente (NASR; THURSTON, 2006).

A seguir são descritos os fatores mais encontrados e citados pela literatura, como incentivadores do desenvolvimento da remanufatura.

#### •ECONÔMICO

Atualmente, as decisões sobre o destino do produto após a sua vida útil são motivadas principalmente por questões financeiras (NASR; THURSTON, 2006). Portanto, além da redução de impactos ambientais, outro grande interesse pela remanufatura está relacionado com a redução de custos. Um estudo realizado por Lindahl, Sundin e Östlin (2006) concluiu, com base nos processos industriais, na revisão da literatura e em estudos de caso investigados pelos autores, que a remanufatura é preferível a manufatura de novos produtos por utilizar menos recursos materiais, o que é economicamente vantajoso para as empresas. Este também é um benefício ambiental, porém não é o motivo principal buscado pelas empresas, na maioria dos casos.

Segundo Giuntini e Gaudette (2003), além do preço dos produtos remanufaturados ser tipicamente 30-40% inferior ao de novos produtos, o custo da remanufatura pode ser 40-65% inferior, quando comparado com a produção de novos produtos.

Além disto, esta diferença de preço entre produto remanufaturado e manufaturado cria uma demanda para o primeiro, principalmente quando este pode ter garantia e qualidade equivalentes a de um produto novo. Portanto, os menores preços de produtos remanufaturados permanecem como sendo uma das principais motivações para a procura por estes produtos (AMEZQUITA et al, 1995).

#### •LEGISLAÇÃO

O excesso de resíduos gerados pelo processo de manufatura nos setores industriais tem levado a legislação a exigir uma redução dos impactos ambientais dos produtos e processos de fabricação (IJOMAH et al, 2007).

Existem propostas européias sobre a legislação de retorno do produto (*take-back laws*) ou "leis econômicas de ciclo fechado", que obrigam os fabricantes a se responsabilizar pelos seus produtos no fim do seu ciclo de vida útil, devendo reciclar uma determinada

percentagem do mesmo (FIKSEL, 1996 apud HAMMOND; AMEZQUITA; BRAS, 1998). O papel da legislação nas atividades de retorno do produto tem sido identificado como uma das principais razões para a recuperação do produto e para a realização de atividades de remanufatura (SEITZ, 2006).

Para a efetividade das leis relacionadas com a obrigatoriedade de recolhimento dos produtos, nos Estados Unidos da América e em alguns países da Europa, o governo apresenta diversas alternativas para incentivar a sociedade a retornar os produtos usados, realizando campanhas para informação pública e promovendo incentivos financeiros (MITRA; WEBSTER, 2008).

#### ● AMBIENTAL

Em relação à preocupação com questões ambientais, quando comparada com a manufatura, a remanufatura leva a uma redução de resíduos gerados na extração de materiais, bem como uma redução no consumo de energia durante a Operação de remanufatura (AMEZQUITA et al, 1995).

Concordando com Amezquita et al (1995), a pesquisa de Ayres, Ferrer e Van Leynseele (1997) sugere que a remanufatura dos produtos leva a dois importantes efeitos ambientais. O primeiro seria no processo produtivo, já que a remanufatura reduz a demanda por matéria-prima, uma vez que parte da produção é assegurada pelo reaproveitamento dos produtos usados. O segundo efeito se dá por meio da conservação de recursos, pois a remanufatura oferece uma alternativa para os produtos usados no final de sua vida útil, o que reduz a quantidade de aterros e de lixo gerado.

Foi observado que a remanufatura também pode afetar mudanças no paradigma da indústria. É o caso dos fabricantes que se deslocam da fabricação de produto para a oferta de serviços. Este fato está a favor da remanufatura, ao reduzir a procura dos clientes para a inovação em produtos físicos, que quando descartados, podem afetar o meio ambiente (IJOMAH et al, 2007) e ao incentivá-los a buscar por serviços e funcionalidades.

### 2.3 A REMANUFATURA NO BRASIL

Poucas pesquisas e estudos se referem à realização da remanufatura no Brasil. Muitas empresas que dizem “remanufaturar” não compreendem ou não colocam em prática o verdadeiro significado do conceito, processando produtos usados que resultam em outros com

qualidade não equivalente a um novo produto ou apenas realizando limpezas ou substituição de partes ou componentes danificados.

No Brasil, foi apenas em 2006 que foi desenvolvida uma nota técnica (67/2006) que apresenta o conceito de remanufatura e o diferencia de outras estratégias de fim de vida. Além disto, o documento levanta os benefícios econômicos e ambientais da remanufatura.

Neste sentido, no final de 2005, o governo norte-americano apresentou um documento (TN/MA/W/18/Add.11) que apresenta como idéia central a necessidade de distinguir produtos remanufaturados de usados ou de segunda mão. De acordo com o documento, o produto remanufaturado se diferencia do produto usado, por ser submetido a um processo industrial específico - a remanufatura - que o transforma em um produto de acordo com os requisitos e padrões técnicos, de segurança e ambientais de um produto novo e com garantia de desempenho equivalente a este (CEB, 2006).

De acordo com o governo dos EUA, os remanufaturados constituem uma terceira categoria de produtos, diferente daqueles usados ou novos, já que apresentam as mesmas condições de um novo e as mesmas garantias, porém com um preço inferior (AMARAL, 2008). Por isto, de acordo com a Coalização Empresarial Brasileira (CEB, 2006), a proposta americana argumenta a favor da eliminação da atual restrição comercial aos remanufaturados, que são proibidos de entrar no Brasil, justificando-a por seus impactos econômicos e ambientais positivos, tais como:

- Redução do custo dos produtos para os clientes intermediários e finais, sem perda de qualidade e dos atributos de garantia associados à aquisição de um bem novo;
- Incentivo ao desenvolvimento de um novo modelo de negócios, em que serviços de remanufatura complementam o desenvolvimento e fabricação de novos produtos, gerando empregos de diferentes níveis de qualificação e produzindo novos fluxos de investimentos para países em desenvolvimento. Seria o caso, por exemplo, da implementação de um Sistema Produto-Serviço<sup>1</sup>;
- Economia de energia e de materiais, bem como redução da produção de resíduos sólidos, como resultado do reaproveitamento de produtos.

---

<sup>1</sup> Sistema Produto-Serviço significa mudança do foco na produção e consumo de produtos para um foco em serviços, o que aumenta a possibilidade de oferecer um sistema de solução mais desmaterializado e focado na funcionalidade do produto (MONT, 2000).

Em reação a este documento, o Brasil questionou a dificuldade do cliente e/ou empresa aferir a qualidade do produto remanufaturado que entraria no país e os custos maiores advindos do controle e da avaliação de conformidade dos mesmos (CEB, 2006).

Existe também uma espécie de “vácuo jurídico” no que se refere à importação de bens remanufaturados (CEB, 2006). A OMC não regulamenta a comercialização de produtos usados nem de remanufaturados, sendo que o comércio de tais produtos é realizado hoje nas entrelinhas e paralelamente aos acordos de comércio, sendo um comércio sem regulamentação jurídica (AMARAL, 2008).

No entanto, os riscos da alteração da legislação, no sentido de uma flexibilização das restrições em vigência, podem gerar dificuldades em evitar a entrada de grande quantidade de produtos usados de baixo custo e qualidade, sem as características de um produto remanufaturado (CEB, 2006).

### **2.3.1 Associação Nacional de Remanufatura de Autopeças**

A ANRAP foi fundada em 1994, com o objetivo de comunicar o mercado sobre o conceito de remanufatura, por um grupo de fabricantes de autopeças. Este grupo também visava demonstrar aos clientes o conceito e vantagens de um produto remanufaturado. Para isto, o grupo ressaltou a importância de deixar claro ao cliente que a Operação de remanufatura é caracterizada por submeter um produto ou parte usada a um processo industrial feito pelo próprio fabricante original, sendo assim possível disponibilizar a qualidade e confiabilidade já reconhecida dos produtos de determinada marca (ANRAP, 2009).

A ANRAP conceitua produto remanufaturado fabricado pelo fabricante original como “produtos que passam por todo um processo de reindustrialização com os mesmos critérios e a mesma qualidade de um equipamento original. Neste processo, o produto é completamente desmontado e todos os seus componentes passam por testes individuais de qualidade. Quando possuem algum desgaste ou defeito, são substituídos por novos. Depois de montado, o produto é novamente testado, aprovado e garantido pela fábrica” (ANRAP, 2009).

Os produtos remanufaturados pelo grupo da ANRAP são: embreagens, platôs, motor diesel, alternadores e motores de partida, mecanismos de direção e compressores de ar para sistemas de freio (ANRAP, 2009). O grupo levanta como vantagens do produto remanufaturado:

- Produtos com qualidade e preços competitivos;
- Rapidez na resolução dos problemas;
- Melhor aproveitamento da mão-de-obra;
- Eliminação de estoques;
- Padronização, modernização e nacionalização da frota;
- Maior vida útil do produto, que tem partes remanufaturadas;
- Garantia e assistência técnica nacional. O grupo conta com postos de serviços espalhados por todo o país.

As empresas do grupo ANRAP possuem o “selo de procedência ANRAP”, para aumentar a credibilidade do cliente em relação aos produtos remanufaturados, conquistada por meio de anos de experiências das empresas participantes desta associação.

## 2.4 O SISTEMA DE REMANUFATURA

A maioria dos autores trata da remanufatura no âmbito de processos. Desta forma, a visualização da remanufatura de forma integrada fica prejudicada, visto que os processos são tratados de forma separada e em contextos diferentes.

Assim, como intuito de entender as barreiras e, posteriormente, propor diretrizes, este trabalho tratará a remanufatura de acordo com a Teoria Geral dos Sistemas, desenvolvida por Bertalanffy. Deste modo, a remanufatura será conceituada como um sistema, sendo definidos os elementos que compõem este sistema, facilitando assim uma visão geral do mesmo.

A Teoria Geral dos Sistemas tem sido aplicada em várias disciplinas científicas e áreas do conhecimento, tendo origem na biologia. Esta teoria possibilita conhecer e explicar as interações das múltiplas variáveis que compõem um sistema (OLIVEIRA; PORTELA, 2006).

A Teoria Geral dos Sistemas surgiu devido à necessidade de compreender os problemas do complexo mundo atual, sendo insuficiente a análise destes de forma isolada e o tratamento por partes para atender aos problemas teóricos e trazidos através da tecnologia moderna. Um sistema, ou “complexidade organizada”, pode ser definido como sendo um conjunto de elementos sob a existência de “fortes interações” (BERTALANFFY, 1975). Uhlmann (2002) conceitua um sistema, apoiado em Bertalanffy, como um conjunto de elementos com inter-relação entre si e com o ambiente.

Para Oliveira (2001), um sistema é um conjunto de elementos interdependentes que interagem para atingir um objetivo e realizar uma determinada função. São os elementos e as relações entre eles que determinam como o sistema trabalha, formando um todo unitário, organizado e complexo (JOHNSON; KAST; ROSENWEIG, 1963).

No que diz respeito a sistemas organizacionais, pode-se denominá-lo como um conjunto de partes e funções dinâmicas, interdependentes, com objetivos comuns. Estes sistemas são abertos, podem pertencer a sistemas maiores e conter sistemas menores. Apresentam objetivos específicos e estrutura complexa. Como um sistema é maior do que a soma de suas partes, a investigação de qualquer parte de um sistema deve ser feita em relação ao todo (MAGALHÃES; LUNKES, 2000).

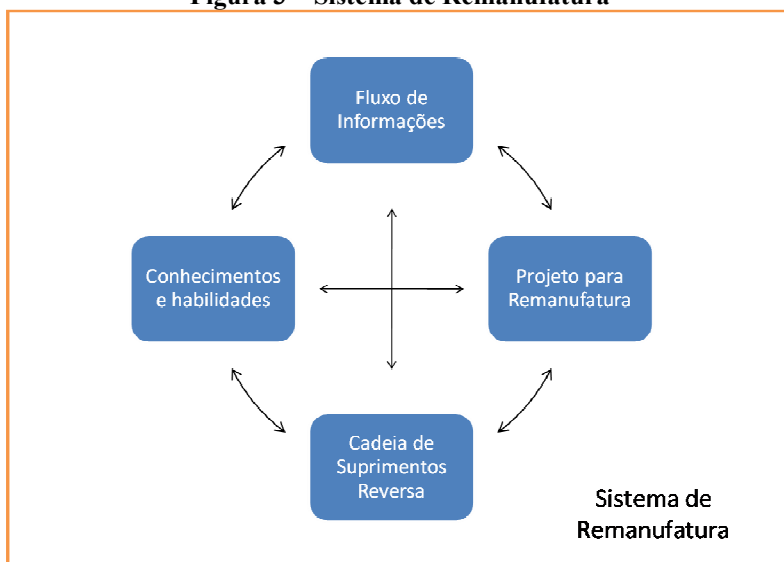
A Teoria Geral dos Sistemas tem como objetivo estudar os elementos que compõem um sistema, assim como a interação entre eles, pois o estudo de cada um isoladamente não leva a uma conclusão exata do sistema em que esses elementos estão inseridos, já que as interações entre eles são fundamentais para o entendimento do sistema como um todo (OLIVEIRA; PORTELA, 2006).

Foi nesta linha de raciocínio que o presente trabalho conceituou o amplo contexto associado à remanufatura como “Sistema de Remanufatura”, sendo as partes deste sistema, denominadas de elementos. Ainda, os elementos que apresentam partes menores foram subdivididos em sub-elementos.

O Sistema de Remanufatura engloba desde o contato com o fornecedor de produtos usados até a volta dos produtos para serem comercializados, já remanufaturados, no mercado (ÖSTLIN, 2008). Entre estes dois elementos, existem sub-elementos, como as atividades da logística reversa, o relacionamento com o fornecedor do produto usado, a Operação de remanufatura, a comercialização do produto remanufaturado, e outros elementos, como: a qualificação dos funcionários em todos os elementos deste sistema, o fluxo de informações permeando todo o sistema e o Projeto para a remanufatura, que também faz parte do Sistema de remanufatura, porém ocorre anteriormente, durante o processo de desenvolvimento do produto.

Na figura a seguir é possível visualizar o Sistema de Remanufatura e seus elementos.

**Figura 3 – Sistema de Remanufatura**



Fonte: Autor (2009)

Desta forma, no presente trabalho, o Sistema de Remanufatura foi definido considerando os seguintes elementos: Cadeia de Suprimentos Reversa, Fluxo de Informações, Habilidades e conhecimentos dos funcionários e Projeto para Remanufatura. Fazem parte do elemento Cadeia de Suprimentos Reversa os seguintes sub-elementos: Recolhimento com o fornecedor do produto usado, Logística reversa, Operação de remanufatura, Comercialização de produtos remanufaturados.

Com intuito de esclarecer o entendimento sobre o elemento 1, que engloba a Cadeia de Suprimentos Reversa e ainda quatro sub-elementos, algumas definições e conceitos sobre Cadeia de Suprimentos de ciclo fechado e Cadeia de Suprimentos Direta serão levantadas. Após isso, os elementos do Sistema de Remanufatura serão conceituados.

#### **2.4.1 Cadeia de Suprimentos de ciclo fechado (*Closed-Loop Supply Chain*)**

Foi possível verificar nas referências sobre cadeia de suprimentos de ciclo fechado, diferentes formas de nomeá-la, tais como: “cadeias de ciclo fechado” (GUIDE; VAN WASSENHOVE, 2009); “cadeia de



suprimentos integral” (GUIDE; HARRISON; VAN WASSENHOVE, 2003); “cadeia de fluxo fechado” (FIORAVANTI; CARVALHO, 2008). Pires (2007) ainda acrescenta a esta lista o termo “canais de distribuição fechados”. Para o presente trabalho, o termo utilizado será cadeia de suprimentos de ciclo fechado.

A gestão da cadeia de suprimentos de ciclo fechado é definida como o projeto, controle e operação de um sistema, para maximizar o valor criado durante todo o ciclo de vida do produto, por meio da recuperação do valor de diferentes tipos e volumes de produtos. Desta forma, as cadeias de ciclo fechado focam em recuperar produtos usados, bem como recuperar o valor adicionado a estes produtos, por meio do reaproveitamento destes ou de suas partes (GUIDE; VAN WASSENHOVE, 2009).

Pesquisas sobre a cadeia de ciclo fechado estão evoluindo de análises de suas etapas individuais para um processo de negócio com elevado potencial lucrativo (GUIDE; VAN WASSENHOVE, 2009). Neste sentido, Pires (2007) comenta sobre o fato do cliente não ser mais o ponto final do produto e sim mais um estágio de passagem do mesmo.

Krikke (1998 apud GUIDE; HARRISON; VAN WASSENHOVE, 2003) relata que esta cadeia funciona de acordo com o ciclo de vida dos produtos. A abordagem de ciclo de vida dos produtos integrará as questões relacionadas com o retorno dos produtos no modelo de negócios da empresa.

Savaskan (2004) considera a cadeia de suprimentos de ciclo fechado como uma forma de distribuição que usa uma combinação de manufatura e remanufatura. Observa-se então que esta cadeia engloba o movimento tradicional do produto em direção ao cliente (cadeia de suprimentos direta), como também o movimento de retorno do produto usado, do cliente final até o local de reaproveitamento deste produto (cadeia de suprimentos reversa) (GUIDE; JAYARAMAN; LINTON, 2002; DAHER; SILVA; FONSECA, 2006).

Portanto, o conceito de cadeia de fluxo fechado engloba a cadeia de suprimentos direta e cadeia de suprimentos reversa, sendo que ambas não devem ser tratadas de maneira isolada. A grande maioria das definições encontradas na bibliografia, embora variem na forma e nos enfoques, possuem conteúdos similares, sendo que alguns conceitos como recuperação de valor, reutilização e descarte são encontrados na grande maioria e, outros conceitos como satisfação do cliente e regulamentação ambiental ainda não aparecem frequentemente nas definições de cadeia de suprimentos de fluxo fechado mais

reconhecidas, embora implicitamente façam parte dos objetivos do gerenciamento da cadeia reversa (FIORAVANTI; CARVALHO, 2008).

#### **2.4.2 Cadeia de Suprimentos Direta (CSD)**

Segundo Ballou (2006), a cadeia de suprimentos engloba as atividades relacionadas com o fluxo de informação e de materiais, responsável pela transformação de produtos, desde o estágio da matéria-prima até sua chegada ao usuário final. Assim, CSD trata destes fluxos e das empresas que fazem parte deste, com intuito de produzir vantagem competitiva e lucratividade para cada uma das empresas presentes na cadeia.

Portanto, as organizações presentes em uma cadeia de suprimentos estão conectadas entre si por meio do fluxo de material, informações, mas também de finanças (DEBO; SAVASKAN; VAN WASSENHOSE, 2002). Este fluxo vai desde o fornecedor primário de matéria-prima, passando pela manufatura, até o consumidor final (PIRES, 2007).

Ressalta-se que o termo mais utilizado é “cadeia de suprimentos”, porém foi adicionado o termo “direta” para fazer uma distinção clara entre esta e a cadeia de suprimentos reversa, o elemento estudado a seguir.

#### **2.4.3 Elemento 1: Cadeia de Suprimentos Reversa (CSR)**

O primeiro elemento do Sistema de Remanufatura, caracterizado neste item, é a Cadeia de Suprimentos Reversa. Motivadas pela redução de custos por meio da reutilização de produtos ou pelo aumento na percepção de valor pelo cliente, muitas cadeias de suprimentos ampliaram seu envolvimento em atividades que vão além da vida útil do produto, estendendo seu ciclo de vida (CORBETT; SAVASKAN, 2002).

Segundo Guide e Van Wassenhove (2002), cadeia de suprimentos reversa (CSR) é o conjunto de etapas necessárias para recolher um produto usado, seguido do reaproveitamento deste ou de suas partes ou então o seu descarte.

Outra importante questão é o fato do conceito de CSR ainda estar em processo de definição, o que dificulta a realização de suas etapas de forma eficiente (GUIDE; HARRISON; VAN WASSENHOVE, 2003).

Leite (2003) relata que estas etapas ainda são tratadas como uma série de etapas independentes e de forma isolada, sem considerar sua natureza integrada. Além disto, no que diz respeito à CSR, tanto nas empresas como na academia, pouco está sendo abordado sobre suas questões estratégicas (GUIDE; HARRISON; VAN WASSENHOVE, 2003). A maior parte das pesquisas aborda questões técnicas e operacionais, já que o enfoque nas atividades técnicas é um atrativo para investigações iniciais (GUIDE; VAN WASSENHOVE, 2009).

A CSR inicia na coleta dos produtos junto aos clientes e/ou empresas em diferentes elos da cadeia de suprimento, sendo que as fontes de coleta costumam estar dispersas geograficamente. A seguir, ocorre a fase de inspeção ou testes realizada no local da coleta, em um centro de recebimentos ou no local que o produto será reaproveitado. A partir daí, decide-se o destino do produto recolhido, que apresenta diversas possibilidades de reaproveitamento, como a remanufatura (LEITE et al, 2006).

Um exemplo do funcionamento de uma cadeia de suprimentos reversa é citado no trabalho de Guide e Van Wassenhove (2009). Para reaproveitar telefones móveis usados, primeiramente é necessário ter acesso a quantidades suficientes de telefones, na qualidade adequada e no preço certo (aquisição do produto usado). Os telefones devem ser transportados e armazenados (logística reversa), para então ser escolhida a melhor opção de reaproveitamento do produto (remanufatura). Depois de remanufaturado (Operação de remanufatura), são delineadas estratégias de comercialização do produto.

Como as CSR ainda não estão entre as competências centrais das empresas, organizar e alinhar suas etapas, obter os recursos necessários e conseguir a atenção da alta administração é difícil. A cadeia de suprimentos direta requer requisitos semelhantes, porém as questões e o contexto das cadeias de suprimentos reversas ainda são pouco compreendidos, mais complexas e recebem pouca atenção (GUIDE; HARRISON; VAN WASSENHOVE, 2003).

A cadeia de suprimentos reversa apresenta algumas características que tornam complexo o gerenciamento e planejamento de suas etapas e atividades. Por exemplo, quando uma empresa recolhe os produtos usados, seu fornecedor normalmente é o cliente final, o que dificulta o acesso ao número adequado de produtos no momento de retorno. Mais uma complicação é que a qualidade dos produtos usados varia e requer inspeção eficiente (GUIDE, 2000). Além disto, existe a necessidade de desmontar os produtos recolhidos, de estruturar uma

rede logística reversa e lidar com a alta variabilidade no tempo de processamento (GUIDE; JAYARAMAN; LINTON, 2002).

O grau de estruturação de uma CSR pode ser definido em função da existência de práticas organizacionais estruturadas relativas ao retorno dos produtos usados, o relacionamento e informações entre as empresas pertencentes à cadeia reversa, bem como o nível de recursos disponibilizados por estas empresas, como, por exemplo, as habilidades dos funcionários para remanufatura (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998; JACOBSSON, 2000; KOPICKI et al, 1993 apud LEITE et al, 2006; LEITE, 2003).

O apropriado gerenciamento das cadeias reversas também pode servir como uma excelente fonte de informações sobre as expectativas e hábitos dos clientes, contribuindo para que a empresa proporcione serviços diferenciados e aumente o valor percebido pelos clientes (LEITE et al, 2006). Algumas recomendações para alcançar eficiência da cadeia de suprimentos reversa são (FIORAVANTI; CARVALHO, 2008):

- Estruturar equipe especializada no contato com o fornecedor do produto usado, no intuito de padronizar os processos envolvidos na coleta e aumentar chance de reaproveitamento destes produtos;
- Executar previsão da demanda para o momento de retorno do produto, podendo usar como base as vendas e tempo de vida útil do mesmo;
- Alinhar a Cadeia de Suprimentos Reversa com a Cadeia de Suprimentos Direta e atingir a efetividade das atividades da Cadeia de suprimentos de fluxo fechado.

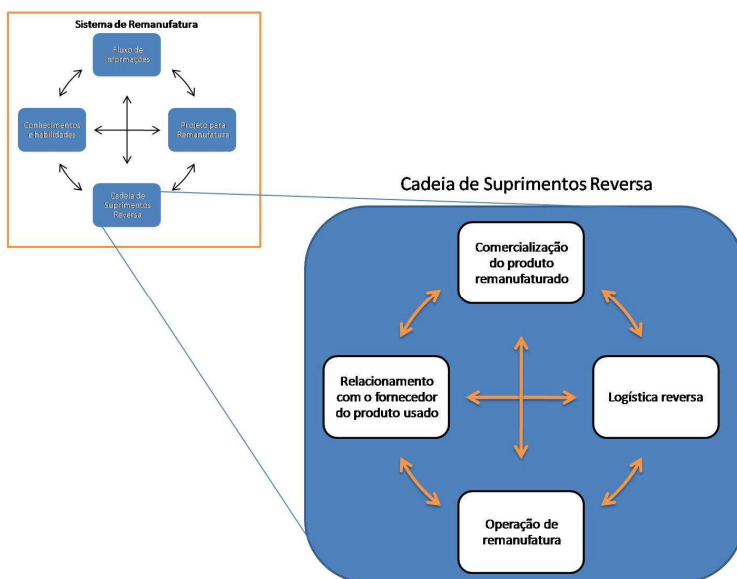
Os sub-elementos da CSR consideradas no presente trabalho, adaptados dos trabalhos de Guide e Van Wassenhove (2009) e Blackburn et al. (2004), são:

- Aquisição/ relacionamento com o fornecedor do produto usado: contato com o fornecedor para a aquisição do produto usado pelo remanufatureiro;
- Logística reversa: as atividades de transporte, armazenamento e distribuição dos produtos que serão reaproveitados;
- Operação de remanufatura: a remanufatura do produto, tendo como matéria-prima o produto usado, que passará pelas fases de desmontagem, inspeção, limpeza, reproprocessamento e montagem, originando um produto com qualidade e garantia equivalente a de um novo.

- Comercialização do produto remanufaturado: contato com cliente, identificação da faixa de mercado e criação de mercados para a comercialização dos produtos remanufaturados.

A Figura 4 representa a relação entre o Elemento 1 (Cadeia de Suprimentos Reversa) com seus sub-elementos, citados acima.

**Figura 4— Cadeia de Suprimentos Reversa e seus sub-elementos**



Fonte: Autor (2009)

#### 2.4.4.1 Sub-elemento 1.1: Aquisição/relacionamento com o fornecedor do produto usado

Na pesquisa realizada por Sundin (2008), o autor conclui que a relação do remanufatureiro com seu fornecedor de produtos usados é um aspecto de grande importância para a efetividade do negócio, o que concorda com a pesquisa de Östlin, Sundin e Bjorkman (2008).

Se o produto recolhido destina-se à remanufatura, é importante ressaltar que, antes do produto ser selecionado para retornar pelo fluxo reverso, deve ser realizado um “pré-julgamento” da remanufaturabilidade deste, para evitar que o mesmo seja transportado sem ter condições de ser reaproveitado, o que causaria custos adicionais.

Este *trade-off* entre o potencial de reaproveitamento e os custos adicionais são difíceis de realizar e, para isto, são necessários funcionários com certas habilidades e experiências (FERRER; WHYBARK, 2000). Os funcionários que realizam este pré-julgamento devem fazer parte da equipe de responsável por recolher os produtos usados, pois, caso a avaliação da remanufaturabilidade do produto ocorra na empresa remanufatureira e este produto seja julgado como sem condições de reaproveitamento, o transporte deste até a empresa já terá sido realizado desnecessariamente.

A grande quantidade de fornecedores de pequenas quantidades de produtos usados e a diversidade de condições destes produtos dificulta o controle da qualidade dos mesmos pelas empresas que os recebem para remanufaturá-los, bem como a falta de proximidade de relacionamento entre o remanufatureiro e seu fornecedor. Além disto, grande parte dos remanufatureiros, ao selecionar seus fornecedores, opta por aqueles que possuem preços mais reduzidos (JACOBSSON, 2000). Isto pode levar a aquisição de produtos usados com menores preços, porém com baixas condições de serem remanufaturados.

Existem casos em que o fornecedor da matéria-prima das Operações de remanufatura são os clientes, que descartam o produto devido o fim de sua vida útil ou outros motivos, como o lançamento de um produto mais moderno. Neste caso, existem alguns problemas relativos à falta de incentivo que estes clientes recebem para retornarem os produtos usados para empresas que remanufaturam (KING; BURGUESS, 2005). Algumas situações que podem influenciar esta falta de incentivo são:

- A falta de contato que o remanufatureiro tem com o cliente (ÖSTLIN; SUNDIN; BJORKMAN, 2008);
- A falta de conhecimento e confiança do cliente em relação a remanufatura (SEITZ, 2006), como por exemplo, as vantagens econômicas e ambientais da remanufatura.

Assim, as empresas que querem alcançar sucesso com a remanufatura precisam pensar em estratégias que estimulem o cliente a realizar este retorno e que o aproximem da empresa remanufatureira (ÖSTLIN; SUNDIN; BJORKMAN, 2008).

#### 2.4.3.2 Sub-elemento 1.2: Logística Reversa (LR)

De acordo com o *Council of Logistics Management* (apud Tibben-Lembke, 1998), Logística Reversa é o processo de planejar,

implementar e controlar de maneira efetiva o fluxo de componentes, materiais em processamento, produto final e informações relacionadas, desde o ponto de consumo até o ponto de origem, com o objetivo de recuperar e agregar valor ou realizar o descarte mais apropriado (FIORAVANTI; CARVALHO, 2008). A adição de valor pode ser de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros (LEITE, 2003).

A Logística reversa é um dos grandes desafios do Sistema de Remanufatura, devido à dificuldade de prever os volumes e momento de retorno e as condições de qualidade do produto, dificultando o planejamento da Operação de remanufatura (KATO; LAURINDO, 2004).

Nos últimos anos, a LR tem recebido mais atenção dos gestores, devido às suas implicações estratégicas (DAUGHERTY; AUTRY; ELLINGER, 2001). A Tabela 1 aponta alguns motivadores levantados por diversos autores, quando adotadas estratégias relacionadas à Logística reversa.

**Tabela 1 – Motivadores para a adoção de estratégias de logística reversa.**

<b>MOTIVADORES</b>	<b>DESCRIÇÃO / AUTORES</b>
<b>LEGISLAÇÃO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Questões ecológicas legais (PIRES, 2007);</li> <li>- A legislação ambiental que obriga as empresas a recolherem seus produtos (MONT, 2000);</li> <li>- Legislação ambiental (DAHER; SILVA; FONSECA, 2006; LEITE, 2003).</li> </ul>
<b>ECONÔMICOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menores preços das matérias-primas secundárias, ou seja, das partes e/ou produtos usados (PIRES, 2007);</li> <li>- Benefícios econômicos de utilizar produtos usados no processo de produção (MONT, 2000);</li> <li>- Melhor desempenho financeiro de toda a cadeia e das empresas individualmente (STOCK, 2001);</li> <li>- Recaptura de valor e recuperação de ativos (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998);</li> <li>- Economia de custos e aumento da</li> </ul>

	lucratividade (STOCK; SPEH, SHEAR, 2002; DAUGHERTY; AUTRY; ELLINGER, 2001; GIACOBO; ESTRADA; CERETTA, 2003).
<b>CONSCIÊNCIA AMBIENTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O crescimento de consumidores com maior consciência sobre as questões ambientais (MONT, 2000);</li> <li>- Questões ecológicas (PIRES, 2007);</li> <li>- Preocupações ambientais (GIACOBO; ESTRADA; CERETTA, 2003).</li> </ul>
<b>COMPETIÇÃO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento da competição entre as empresas (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998; PIRES, 2007);</li> <li>- Diferencial competitivo perante a concorrência (GIACOBO; ESTRADA; CERETTA, 2003; STOCK; SPEH; SHEAR, 2002).</li> <li>- Novos padrões de competitividade empresarial (LEITE, 2003).</li> </ul>
<b>MERCADO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ampliar a faixa de mercado (STOCK, 2001).</li> </ul>
<b>IMAGEM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melhora da imagem da empresa no mercado de atuação (DAUGHERTY; AUTRY; ELLINGER, 2001);</li> <li>- Contribuição para a imagem corporativa (LEITE, 2003).</li> </ul>
<b>DIFERENCIAÇÃO POR SERVIÇOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento de nível de serviços ao consumidor (STOCK, 2001);</li> <li>- Nível de serviço que atenda as necessidades dos clientes (LAMBERT <i>et al.</i>, 1998 apud GIACOBO; ESTRADA; CERETTA, 2003);</li> <li>- Melhor atendimento ao cliente e satisfação de suas necessidades (DAUGHERTY; AUTRY; ELLINGER, 2001);</li> <li>- Potencial de agregar valor ao produto, satisfazendo as necessidades e expectativas dos clientes (GIACOBO; ESTRADA; CERETTA, 2003);</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aprimoramento da satisfação do cliente, agregando valor ao produto (GIACOBO; ESTRADA; CERETTA, 2003).</li> </ul>
<b>FLUXO DE INFORMAÇÕES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LR pode proporcionar informações valiosas, por exemplo, a identificação de padrões de defeitos ou áreas problemáticas da empresa e informações importantes sobre o efeito que os produtos estão gerando junto aos clientes (DAUGHERTY; AUTRY; ELLINGER, 2001);</li> <li>- Melhor relacionamento e trocas de informações entre as empresas de uma cadeia de suprimentos, com os clientes e com o mercado (STOCK; SPEH; SHEAR, 2002);</li> <li>- Melhorias nos produtos e nos processos comerciais, devido às informações obtidas por meio da gestão dos fluxos reversos (PIRES, 2007);</li> <li>- Fonte de dados sobre as preferências dos consumidores (PIRES, 2007).</li> </ul>

Fonte: ARAUJO et al (2009)

Apesar dos motivadores citados na Tabela 1, algumas questões dificultam a implementação da LR pelas empresas, como: a falta de um sistema que integre as atividades da logística direta com as da reversa (DAHER; SILVA; FONSECA, 2006), dificuldade em medir o impacto e de controlar o retorno dos produtos e materiais e o fato do fluxo reverso ser considerado um custo para as empresas e assim receber pouca ou nenhuma prioridade como estratégia de negócios (ROGERS E TIBBEN-LEMBKE, 1998).

Assim, a maioria das empresas tem dificuldades ou desinteresse em implementar a LR. Além do fato dos fabricantes não se responsabilizarem por seus produtos após o fim da vida útil do mesmo, há falta de estudos, por parte das empresas, para avaliar os impactos da prática da LR no sucesso das organizações (MIGUEZ, MENDONÇA, VALLE, 2007).

Atenção precisa ser voltada para algumas características que limitam a efetividade LR, para que ocorra o aumento de interesse nos estudos e na implementação desta nas empresas. São elas (BALLOU, 2006 apud PIRES, 2007):

- Relacionamento pouco estruturado entre os atores envolvidos nas atividades da logística reversa;
- Baixa proximidade entre as fábricas e os fornecedores de produtos usados;
- Valor mais elevado de fretes, devido aos menores volumes transportados.

Diferentemente da distribuição na logística direta, que é projetada para transportar grandes volumes do mesmo produto, do produtor para poucos clientes locais; na logística reversa, o mix de produtos pode variar consideravelmente, sendo que o volume pode ser muito baixo. Isto pode tornar a economia no transporte difícil de ser alcançada (FERRER; WHYBARK, 2000).

Outro aspecto a se considerar é o fato de que, ao contrário do que acontece na logística direta, os produtos usados que são recolhidos não estão embalados e, portanto, encontram-se desprotegidos, correndo o risco de danificarem-se, o que limita o seu reaproveitamento. Desta forma, um sistema de empacotamento se faz necessário para proteger o valor remanescente do produto (FERRER; WHYBARK, 2000).

Pires (2007) levanta algumas características específicas à LR e que impactam na sua eficiência:

- Estrutura de rede convergente, ou seja, produtos advindos de muitas origens e com poucos destinos;
- Origens dispersas, em termos geográficos e, normalmente, não homogêneas na quantidade, na disponibilidade e na qualidade do produto e/ou partes, entre si e ao longo do tempo, dificultando atividades de planejamento;
- Dificuldade de alcançar uma economia de escala, devido à baixa quantidade de produtos recolhidos em cada origem;
- Tendência maior dos produtos de permanecer mais tempo nos canais reversos, o que resulta em maiores custos de estoque, transporte e armazenagem, como também na diminuição da receita, devido à possibilidade de obsolescência e degradação do produto;
- Entrada de produtos no fluxo que não deveriam entrar (como por exemplo, produtos que não apresentam possibilidade de reaproveitamento), gerando custos desnecessários;
- Quando o cliente é o fornecedor do produto usado, há dependência da motivação deste para cooperar e reinserir o material pós-consumo no fluxo logístico reverso.

Para Lacerda (2004), os seis principais fatores que influenciam a eficiência das atividades da logística reversas são: bons controles de entrada e saída, processos mapeados e formalizados, tempos de ciclo reduzidos, sistemas de informação acurados, rede logística planejada e relações colaborativas entre clientes e fornecedores.

#### 2.4.3.3 Sub-elemento 1.3: A Operação de remanufatura

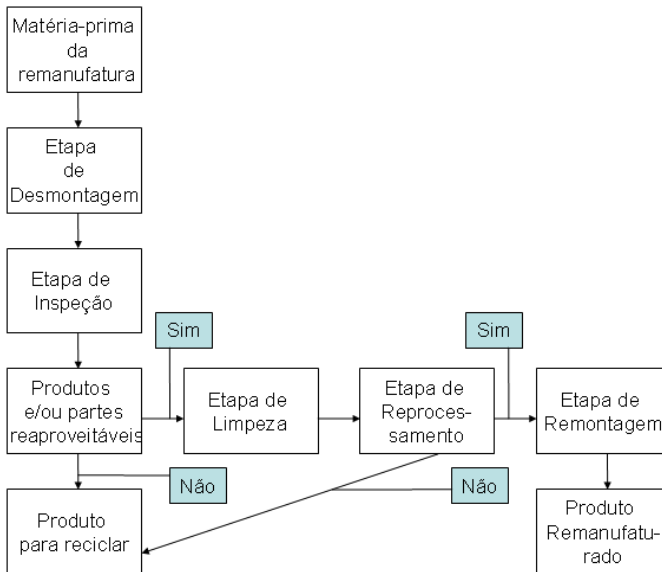
A Operação de remanufatura inicia-se com a chegada de um produto usado às instalações do remanufatureiro, onde o produto passa por uma série de etapas, incluindo sua desmontagem total, limpeza de suas partes, inspeção, recondicionamento das partes que serão reaproveitadas e substituição daquelas não remanufaturáveis, seguida de remontagem do produto, resultando em um produto remanufaturado. Ainda, este passa por testes para assegurar que sua qualidade é equivalente a de um produto novo (SEITZ, 2006; IJOMAH et al, 2007; KATO; LAURINDO, 2004; SUNDIN, 2004). A ordem destas atividades difere de acordo com as características e o tipo do produto (IJOMAH et al, 2007).

É importante ressaltar que, neste trabalho, as etapas de recondicionamento e substituição de partes usadas por novas, com possibilidade ou não de atualizações no produto, serão chamadas de reprocessamento.

As Operações de Remanufatura requerem menores investimentos em comparação com as Operações de manufatura, já que o número de peças novas produzidas é menor e grande parte dos esforços e recursos necessários já foram investidos pelo fabricante original (LUND; SKEELS, 1983 apud AMEZQUITA et al, 1995).

Na figura 5 está esquematizada a Operação de remanufatura.

**Figura 5 – Operação de remanufatura**



Fonte: Adaptado de Goto; Koga; Pereira (2006)

#### 2.4.3.4 Sub-elemento 1.4: Comercialização do produto remanufaturado

A maioria das pesquisas está direcionada para a viabilidade técnica da remanufatura e pouco foi relatado sobre como colocar os produtos remanufaturados no mercado (JACOBSSON, 2000).

Em relação a isto, as empresas remanufatureiras enfrentam grandes desafios, pois, mesmo que produtos com apelos ambientais estejam experimentando um aumento de demanda, o produto remanufaturado contém partes, componentes ou materiais que foram previamente usados. Por isto, é necessário adaptar estratégias de marketing na comercialização deste produto, principalmente em relação a questões como (JACOBSSON, 2000):

- Segmento de mercado. Preços menores para produtos com o mesmo desempenho de um novo ampliam a faixa de mercado ao darem acesso a clientes que não podem pagar pelos produtos originais novos.
- Comportamento na compra. O produto remanufaturado oferece a mesma funcionalidade que um novo produto, a um preço

menor, mas pode não oferecer a mesma experiência de compra para o cliente.

- Perfil do cliente. Questões sobre “moda” e “atualidade da moda” também impactam na remanufatura. Clientes podem preferir a versão mais recente do produto, não importando a qualidade e custo da alternativa remanufaturada. Alguns clientes exigem novidade e a escolha e compras de novos produtos é um estilo de vida.
- Percepção do produto. Mesmo que o produto tenha um preço inferior, alguns clientes não se interessam por estes produtos por darem uma percepção de risco.
- Garantia. Os produtos remanufaturados devem vir como uma garantia que satisfaça as necessidades do cliente como um novo produto o faria.
- Serviços complementares (ex: garantias, manutenção).

Existem diferentes canais para a comercialização de produtos remanufaturados. Empresas poderão optar por vendê-los, outros realizarão leasing, outros usarão como produtos de substituição para garantias ou venderão ao cliente a sua funcionalidade. As preferências dos clientes, a natureza do produto e sua maturidade técnica deste são os maiores fatores influenciadores na decisão de qual canal utilizar.

No entanto, foi demonstrado que o Sistema Produto-Serviço, por meio do *leasing* ou do oferecimento da funcionalidade, parece ser uma abordagem promissora no que diz respeito à comercialização de produto remanufaturado. Deste modo, do ponto de vista de marketing, os produtos em que o cliente coloca a função em primeiro lugar, são mais adequados para remanufaturar (JACOBSSON, 2000).

O Sistema Produto-Serviço ou *Product Service System* (PSS) pode ser definido como o resultado de uma inovação na estratégia do modelo de negócios das empresas, ao deslocar o foco do ato de projetar e de vender produtos físicos, para o oferecimento de um sistema de produtos e serviços que conjuntamente são capazes de cumprir as expectativas do cliente. Além disto, tem-se a “satisfação” como valor, ao invés da propriedade física individual dos produtos (UNEP, 2002). O PSS é baseado em uma mudança fundamental na relação entre produtores e consumidores de um produto e/ou serviço. Ao invés de ser centrado na forma tradicional de venda, consumo e descarte do produto, o PSS foca na entrega de uma função para o cliente, que significa uma combinação de produtos e serviços que, juntos, satisfaçam as

necessidades dos clientes (GOEDKOOOP, 1999 apud WILLIAMS, 2006).

Atasu, Sarvary e Van Wassenhove (2008) realizaram uma pesquisa trazendo uma perspectiva de marketing à remanufatura, relacionada com a demanda de mercado para produtos remanufaturados. No trabalho destes autores, a remanufatura é tratada como uma ferramenta estratégica de marketing, com grande impacto na vantagem competitiva da empresa, diferente de pensar na remanufatura como uma economia de custos ou uma obrigação com questões legais. Os autores concluíram que os principais fatores que impactam na decisão de remanufaturar são: competição, crescimento do mercado e aumento da faixa “verde” do mercado. Percebe-se que todos estes fatores estão relacionados com o mercado consumidor e em como a questão da comercialização do produto remanufaturado é fundamental para um Sistema de Remanufatura eficiente.

Outro importante ponto é a necessidade de conquistar a confiança do cliente para com o produto remanufaturado. Em um estudo de caso com um fabricante de copiadoras que remanufatura produtos que fabrica, observou-se que o setor de vendas encontrou dificuldades para convencer os clientes que a qualidade dos remanufaturados e dos novos é equivalente (THIERRY et al, 1995). Assim, assegurar desempenho, confiabilidade e qualidade do remanufaturado é essencial para a criação e manutenção da demanda por estes produtos.

#### **2.4.4 Elemento 2: Conhecimentos e habilidades dos funcionários para remanufatura**

Desde o momento do contato com o fornecedor, aquisição e coleta do produto usado (transporte, armazenamento), bem como nas fases da Operação de remanufatura (inspeção, desmontagem, limpeza), até a venda do produto remanufaturado, os funcionários devem conhecer o Sistema de Remanufatura para lidar com os produtos da forma adequada em cada etapa do sistema.

Durante todas as etapas do Sistema de Remanufatura, habilidades, conhecimentos e experiências dos funcionários serão necessários. No entanto, a maioria dos autores enfatiza a importância de funcionários qualificados para as etapas da Operação de remanufatura (FERRER, 2003; JACOBSSON, 2000; HERMANSSON; SUNDIN, 2005), sendo que serão necessárias habilidades para outros elementos do sistema, como durante o processo de desenvolvimento de produto, no

Projeto para Remanufatura, e também na comercialização do produto remanufaturado.

Conforme Jacobsson (2000), o sucesso da implementação da Operação de remanufatura frequentemente não requer uma qualificação mais intensa da força de trabalho do que na Operação de manufatura, mas as qualidades requeridas em cada uma destas operações são diferentes. Na Operação de remanufatura, os funcionários devem ser treinados e qualificados para lidar com as variabilidades e incertezas, principalmente no que diz respeito à qualidade e quantidade do produto usado.

As incertezas resultam em situações no qual, em certos momentos, os recursos serão escassos e em outros, abundantes, levando a necessidade de pessoas com uma boa visão de toda a operação e flexíveis para desempenhar diferentes etapas da operação (HERMANSSON; SUNDIN, 2005).

Para os autores supracitados, tanto funcionários capacitados como não capacitados são necessários, já que os não capacitados podem “quebrar” mais facilmente o pensamento tradicional e contribuir com novas idéias.

É preferível que os treinamentos para a Operação de remanufatura sejam dados pela própria empresa remanufatureira, que poderá treinar seus funcionários de acordo com as especificidades das operações e as características e complexidade do produto. Por exemplo, os funcionários responsáveis pela desmontagem devem desmontar o produto sem danificá-lo. A limpeza, manuseio do produto e montagem requer menos qualificação especializada, precisão, experiência e habilidades do que a inspeção e testes (JACOBSSON, 2000).

Jacobsson (2000) também cita a importância da qualificação da força de trabalho para o Projeto para remanufatura e para lidar com as questões financeiras e legais da remanufatura. Além disto, deve-se pensar em treinar funcionários para lidar com os produtos durante as atividades da logística reversa, bem como para a comercialização do produto remanufaturado, quando o cliente deverá ser informado dos benefícios do produto remanufaturado e sentir-se atraído em adquiri-lo.

### **2.4.5 Elemento 3: Projeto para Remanufatura (Design for Remanufacturing)**

Pode-se dizer que em torno de 80% dos impactos ambientais dos produtos são determinados durante o seu desenvolvimento, mais

especificamente na fase de concepção. Isto demonstra a responsabilidade que os times de desenvolvimento de produtos têm em abordar questões relacionadas com a vida útil dos produtos (PARK, 2005).

Assim, nota-se a importância de projetar o produto já considerando uma das alternativas de reaproveitamento do produto após seu uso, como por exemplo, a remanufatura (NASR; THURSTON, 2006).

Durante a concepção de produtos também é importante levar em consideração estratégias para efetivar atualizações no produto, devido às rápidas mudanças na tecnologia, bem como nas necessidades dos clientes. Também neste caso, o Projeto para remanufatura pode proporcionar para as empresas uma significativa vantagem de mercado (NASR; THURSTON, 2006).

A integração do Projeto para remanufatura no Processo de Desenvolvimento de Produtos otimiza o alcance dos benefícios da remanufatura pelas empresas (redução da energia, de materiais e resíduos, entre outros.). É o caso de empresas como a Xerox, que reconhecem este fator como uma oportunidade de obter vantagens competitivas (NASR; THURSTON, 2006). Para Andrue (1995 apud IJOMAH et al, 2007) as características dos produtos remanufaturáveis, são:

- O produto apresenta um componente ou parte que possibilita seu reaproveitamento;
- Existe a disponibilidade no fornecimento de tais componentes ou partes;
- O produto e/ou suas partes podem ser desmontados e reaproveitados de acordo com a especificação original;
- O valor agregado do produto e/ou suas partes é elevado em relação ao seu valor de mercado e seu custo original;
- O produto e o processo são estáveis.

Além das questões ambientais, algumas pressões desafiam as empresas a alterar seus paradigmas de concepção de produtos. O aparecimento de legislações de responsabilidade do fabricante, combinadas com a crescente concorrência global, bem como o potencial empresarial de processar produtos usados para aproveitar o seu valor residual, incentiva as empresas a conceber produtos com maior durabilidade e facilidade de reaproveitamento no seu fim de vida (IJOMAH et al, 2007).



No entanto, um limitante para colocar em prática os itens citados acima pode ser o baixo nível de conhecimento que os projetistas de produto possuem sobre as questões relacionadas com o fim de vida dos produtos, como a remanufatura. Isto ocorre pelo fato de que a concepção do produto geralmente centra-se na sua funcionalidade e em seus custos, em detrimento das questões ambientais (IJOMAH et al, 2007).

Exemplos das características do produto que impactam sobre a remanufatura, identificadas em Ijomah et al. (2007) são:

- Mudanças tecnológicas. No momento em que o produto vai ser remanufaturado, sua tecnologia pode ter se tornado obsoleta. Se o produto não tiver a possibilidade de ser atualizado durante a remanufatura, seu reaproveitamento torna-se desnecessário.
- Modelo de negócio para serviços. Desenvolver um modelo de negócios que permita uma combinação de produtos e serviços como, por exemplo, um Sistema Produto-Serviço.
- Legislação ambiental. A legislação pode exigir que as empresas reaproveitem o produto no fim de sua vida e tornem o descarte mais caro, por exemplo.

Os resultados da pesquisa realizada por Seitz (2006), sobre os principais motivadores para a realização da remanufatura na indústria automobilística, demonstram que, além das características relacionadas com a possibilidade de reaproveitar produtos usados, é de suma importância considerar a remanufaturabilidade ou outras alternativas de fim de vida nas estratégias de desenvolvimento de produtos.. Para o autor citado, o elemento “Projeto para Remanufatura” é um dos principais.

O quarto elemento a ser caracterizado é “Fluxo de informações no Sistema de Remanufatura”, que permeia todo este sistema.

#### **2.4.6 Elemento 4: Fluxo de informações no Sistema de Remanufatura**

A principal função do fluxo de informação no Sistema de Remanufatura é lidar com as incertezas relativas ao retorno dos produtos. Um eficiente Fluxo de Informações é um importante instrumento para reduzir tais incertezas e auxiliar no estabelecimento de um sistema efetivo.

Devido às características do Sistema de Remanufatura, as informações requeridas para o planejamento do sistema ficam acessíveis muito tarde, o que dificulta o funcionamento do sistema. Caso o

remanufatureiro não reduza o *lead time* da informação, a coordenação das Operações de remanufatura e Logística reversa ficarão prejudicadas e acarretarão em um aumento dos custos do sistema (JACOBSSON, 2000).

Para reduzir estas incertezas e suas consequências, o remanufatureiro deve gerenciar as seguintes informações (JACOBSSON, 2000):

- QUAL produto retornará ao remanufatureiro?
- QUANDO estes produtos chegarão?
- ONDE estes produtos estão locados?
- QUANTOS destes produtos podem ser remanufaturados?

As informações referentes ao produto são importantes tanto para planejar as atividades de reaproveitamento como para evitar transporte e reprocessamento de produtos que não apresentam condições de serem reaproveitados.

De acordo com Thierry et al (1995), as informações relacionadas com o gerenciamento do retorno do produto podem ser classificadas em quatro categorias:

- Informações sobre a composição do produto: tipos de material, suas quantidades, seu valor, seu potencial de perigo para a natureza e como os diferentes tipos de materiais estão combinados.
- Informações sobre a magnitude e incerteza do fluxo de retorno: de acordo com o tipo de comercialização escolhido para o produto, como por exemplo: venda tradicional, *leasing*, aluguel.
- Informações sobre o mercado para produtos remanufaturados: a diferença percebida entre qualidade e custo destes e dos novos influencia a aceitação destes produtos;
- Informações sobre a forma que ocorre o retorno do produto atualmente: inclui a análise de quais organizações estão envolvidas, quais os obstáculos e a quantidade de produto que é remanufaturado (para cada produto retornado), os custos e o impacto ambiental de todo o Sistema de Remanufatura.

A maioria das empresas apresenta dificuldades em conseguir informações precisas sobre as questões relacionadas com a gestão de retorno dos produtos em sua cadeia de suprimentos. No entanto, as empresas podem conseguir essas informações ao colaborar com seus fornecedores e outros pertencentes à cadeia. Para adquirir estas informações é essencial lidar com questões associadas às características do produto, fornecimento de produtos usados, demanda por produtos

remanufaturados e equilibrar o fornecimento com a demanda. Adquirir e processar essas informações requer o desenvolvimento de um sistema de informação adequado (THIERRY et al, 1995).

#### **2.4.7 Interdependência e interação entre os elementos do Sistema de Remanufatura**

Como mencionado no item 2.4, sistema é um conjunto de elementos interdependentes que interagem para realizar uma função. O mesmo ocorre entre os elementos do Sistema de Remanufatura. Alguns exemplos destas interações serão demonstrados a seguir.

Em cada uma das etapas dos sub-elementos da Cadeia de Suprimentos Reversa é necessário habilidade e conhecimentos dos funcionários. Para as atividades da Logística reversa, por exemplo, são necessárias habilidades para executar corretamente o transporte, armazenamento e estocagem do produto usado. Na Operação de remanufatura esta questão é de extrema importância, visto que é neste momento que o produto usado passa pelas transformações necessárias para se tornar um produto remanufaturado com a qualidade de um novo. Também é fundamental que os funcionários envolvidos com a comercialização do produto remanufaturado tenham habilidades e conhecimentos específicos, visto que as informações sobre o benefício do produto, bem como sobre o que é e como ocorre a remanufatura, devem ser transmitidas para o cliente, para evitar qualquer dúvida sobre a qualidade do produto.

Para a elaboração do Projeto para remanufatura, os projetistas do produto necessitam de conhecimentos específicos para desenvolverem o produto pensando na facilidade de remanufaturá-lo futuramente. Ou seja, pensando na execução eficiente da Operação de remanufatura.

A alta administração também deve conhecer a fundo o Sistema de Remanufatura, para gerenciar o fluxo de informações que permeia todo este sistema. Para um bom relacionamento entre o fornecedor do produto usado e o remanufatureiro, um fluxo de informações eficiente é necessário já que informações sobre a disponibilidade e a qualidade do produto usado são essenciais para o bom funcionamento do Sistema de Remanufatura.

Ainda, um fluxo de informações entre o remanufatureiro e os projetistas do produto é essencial, caso ocorram possíveis dúvidas durante a Operação de remanufatura, sobre como o produto foi

projetado ou mesmo sugestões podem ser dadas para os projetistas, buscando melhorar o Projeto para remanufatura.

É possível perceber as interações existentes entre os elementos do Sistema de Remanufatura e a interdependência entre estes elementos. A divisão dos elementos ao longo do presente trabalho não busca omitir estas interações e sim facilitar a compreensão e organização do Sistema de Remanufatura.

No item a seguir, algumas das barreiras e desafios encontrados para a implementação do Sistema de Remanufatura serão mostrados.

## 2.5 BARREIRAS E DESAFIOS DO SISTEMA DE REMANUFATURA

Foi possível observar dentro da caracterização dos elementos do Sistema de Remanufatura que este sistema apresenta algumas especificidades e peculiaridades que algumas vezes se apresentam como barreiras para as empresas que implementaram ou pretendem implementar a remanufatura. De maneira geral, algumas destas barreiras são:

- Carência de conhecimentos sobre o tema, incluindo ambigüidade na sua definição (IJOMAH et al, 2007);
- Pouca preocupação em projetar para a remanufatura (FERRER; WHYBARK, 2000), que resulta em baixa remanufaturabilidade de grande parte dos produtos (IJOMAH et al, 2007, GEYER; JACKSON, 2004);
- Baixa aceitação do consumidor (IJOMAH et al, 2007), que leva a uma baixa demanda de mercado para produtos remanufaturados (GEYER; JACKSON, 2004);
- Incerteza dos clientes quanto à qualidade dos produtos remanufaturados, tornando-os desconfiados em adquiri-los (IJOMAH et al, 2007);
- Incertezas na demanda (FERRER; WHYBARK, 2000);
- Necessidade de desenvolvimento da logística reversa (FERRER; WHYBARK, 2000);
- Dificuldades de inspeção das partes usadas (FERRER; WHYBARK, 2000);
- Formulação de testes e formas de triagem dos produtos, para determinar sua condição e qual é a opção econômica mais atrativa para seu reaproveitamento (GUIDE; HARRISON; VAN WASSENHOVE, 2003);

- Necessidade de criar estratégias de marketing para explorar mercados para produtos reaproveitados (GUIDE; HARRISON; VAN WASSENHOVE, 2003);
- Falta de definição jurídica sobre a comercialização de produtos remanufaturados (AMARAL, 2008).

No próximo capítulo, as barreiras serão descritas e tratadas de acordo com sua afinidade com cada elemento do Sistema de Remanufatura. O item a seguir mostra a remanufatura como estratégia competitiva para as empresas e os tipos de empresa, denominadas “atores”, que podem entrar no mercado de remanufatura.

## 2.6 A REMANUFATURA COMO ESTRATÉGIA

A decisão de implementar o Sistema de Remanufatura é complexa, já que, além das barreiras que dificultam a implementação, as empresas apresentam pouca orientação sobre os elementos e etapas do sistema, as práticas das empresas são muito diversificadas e com poucas definições estruturadas (ATASU; SARVARY; VAN WASSENHOVE, 2008).

Giuntini e Gaudette (2003) relatam os obstáculos que limitam as práticas de remanufatura e oferecem recomendações para superar estes obstáculos. Eles observam a importância do envolvimento da alta administração no que diz respeito à integração da remanufatura na visão estratégica da organização.

### 2.6.1 Atores principais

Três atores podem ser identificados como principais atuantes no Sistema de Remanufatura. São eles: remanufatureiros OEM, remanufatureiros independentes e remanufatureiros contratados (JACOBSSON, 2000; SUNDIN, 2008; SEITZ, 2007).

Em primeiro lugar, há os remanufatureiros OEM, que são os próprios fabricantes do produto. Os OEM podem utilizar as mesmas facilidades do sistema de manufatura para implementar o Sistema de Remanufatura, podendo recolher os produtos usados e distribuir os produtos remanufaturados por meio dos mesmos canais logísticos e ainda compartilhar recursos nas Operações de manufatura e remanufatura.

Existem também os remanufatureiros independentes, que não possuem nenhuma relação com o fabricante original, mas

remanufaturam os produtos e/ou suas partes, produzidos pelo OEM. Remanufatureiros independentes tendem a ser pequenas empresas, porém competitivas, e os produtos remanufaturados por estas podem apresentar uma vasta gama de níveis de qualidade. Em terceiro lugar, podem-se citar os remanufatureiros contratados, que prestam serviços para o OEM e normalmente realizam a etapa do reprocessamento da Operação de remanufatura (SEITZ, 2006).

Na sua pesquisa contendo estudos de casos sobre remanufatura do maior fabricante de veículos da Europa, Seitz (2006) relata que, nos Estados Unidos, o mercado de remanufatura possui na sua maioria remanufatureiros independentes. Já na Europa, o remanufatureiro OEM desempenha um papel mais dominante (SEITZ, 2006).

Abaixo serão caracterizados os três tipos de remanufatureiro citados.

### **• Remanufatureiro OEM**

O estudo realizado por Jacobsson (2000) cita a remanufatura como uma oportunidade para o OEM alcançar novos segmentos de mercados, além de relatar algumas vantagens atribuídas ao OEM ao realizar a remanufatura. Estas vantagens estão relacionadas com o valor remanescente nos produtos em seu fim de vida útil, que pode ser capturado pelo OEM mais facilmente, já que este é o conhecedor das informações e características do produto (FERRER; WHYBARK, 2000). Além disto, este apresenta maior controle da infra-estrutura referente ao ciclo de vida do produto e mais facilidade de controlar o recolhimento do produto no seu fim de vida, podendo alcançar resultados ambientais e econômicos mais elevados quando comparado a qualquer outro ator (JACOBSSON, 2000; FERGUSON E TOKTAY, 2004).

Também é importante ressaltar que o OEM pode usar como vantagem competitiva o fato de gerenciar a concepção do produto e, assim, fabricar produtos mais fáceis de serem remanufaturados (AMEZQUITA et al, 1995).

Alguns dos fatores que motivam os fabricantes originais a empenhar-se nas atividades de reaproveitamento do seu produto são: redução de custos de produção, reforçar e proteger a imagem da marca, satisfazer as necessidades dos clientes, proteger sua faixa de mercado e se adequar a regulamentações (TOFFEL, 2004).

Conforme citado acima, as expectativas dos clientes estão levando o OEM a envolver-se cada vez mais com as questões referentes ao reaproveitamento do produto. O nome de marca do OEM pode ser

prejudicado caso os clientes não se satisfaça com a qualidade do produto remanufaturado por remanufatureiros independentes. Portanto, para proteger seu nome de marca, o fabricante original pode decidir por remanufaturar. Isso dá a ele o controle da qualidade dos produtos, podendo então assegurar que o desempenho do produto remanufaturado satisfaça as expectativas do cliente (SEITZ, 2006). Percebe-se, então, que a imagem do OEM pode sofrer influência negativa quando o seu produto é remanufaturado por outras empresas e entregue em não conformidade com a expectativa do cliente em relação à marca (TOFFEL, 2004).

### **• Remanufatureiro independente**

O remanufatureiro independente é aquele que compra os produtos usados de marcas variadas ou então de uma marca para remanufaturá-los, mas que não tem nenhuma relação com a fabricação do produto nem com o fabricante. Neste caso, o remanufatureiro apresenta algumas vantagens como: utilizar o valor remanescente do produto usado, não tendo os custos relativos ao desenvolvimento e manufatura do produto. Como desvantagem pode-se citar o fato que o remanufatureiro independente não apresenta acesso ao projeto do produto ou de suas especificações técnicas, o que dificulta garantir que a qualidade e desempenho do produto remanufaturado seja equivalente a de um novo produto.

Um equívoco comum de muitos fabricantes originais é pensar que se a remanufatura não é rentável para eles, também não o é para uma empresa independente. No entanto, para este, pode ser rentável remanufaturar nas condições em que o OEM prefere não o fazer (FERGUSON; TOKTAY, 2004). Esta decisão pode ser tomada caso o OEM ignore a ameaça da concorrência por remanufatureiros independentes. Como consequência disto, o OEM pode ter uma perda de lucro significativa se um remanufatureiro independente remanufaturar seu produto. Para responder a esta ameaça, o OEM pode usar estratégias como: entrar no mercado de remanufatura ou se responsabilizar em recolher seus produtos usados (FERGUSON; TOKTAY, 2004). Empresas como a Dell e IBM já começaram a retornar computadores usados para remanufatura e venda através dos seus próprios canais de distribuição, em resposta a concorrência de remanufatureiros independentes (GINSBURG, 2001).

Existem casos em que é mais rentável para a empresa recolher os produtos usados, mesmo que não seja para reaproveitá-los. É o caso da Bosch, que recolhe uma gama mais ampla de produtos do que aqueles

que remanufaturam para evitar a concorrência dos remanufatureiros independentes (VALENTA, 2004 apud FERGUSON; TOKTAY, 2004).

#### • **Remanufatureiro contratado**

Apesar do fato de que terceirizar o recolhimento do produto seja levantado como uma das formas menos eficientes de gerenciar o retorno do produto, na prática, muitos remanufatureiros OEM o fazem. Um dos motivos que levam os fabricantes a esta decisão é o fato de que as empresas terceirizadas podem fornecer vários serviços que aumentem o valor agregado nas atividades de retorno do produto, tais como triagem, desmontagem e controle de qualidade, proporcionando um custo mais baixo de remanufatura para o OEM (DEBO; SAVASKAN; VAN WASSENHOSE, 2002).

Concordando com o fato citado acima, Amezquita et al (1995) comenta que a remanufatura é realizada, na maioria das vezes, por terceiros, pois o OEM não inclui os elementos e etapas da remanufatura em suas competências centrais. Porém, cada vez mais, os fabricantes originais estão se envolvendo na remanufatura de seus próprios produtos ou partes, reconhecendo o valor que a remanufatura pode agregar aos negócios da empresa.

## 2.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS DESTE CAPÍTULO

Neste capítulo, foram levantados os conceitos, características, elementos e atores envolvidos em um Sistema de Remanufatura, organizando os conhecimentos sobre este sistema, por meio de uma revisão bibliográfica.

Durante a revisão bibliográfica, não foi encontrado um modelo que tratasse da remanufatura como um sistema ou que classificasse quais elementos fazem parte de um Sistema de remanufatura. Então, por meio deste capítulo, foi possível realizar esta classificação, bem como mostrar algumas das interações entre estes elementos e facilitar a compreensão e visualização da remanufatura como um sistema.

Percebe-se então que o entendimento do sistema e caracterização dos seus elementos é essencial para próxima parte desta pesquisa: identificar as barreiras para a implementação do Sistema de Remanufatura, de acordo com cada elemento identificado no presente capítulo.



### **3. BARREIRAS NA IMPLEMENTAÇÃO DA REMANUFATURA DA LITERATURA**

Neste capítulo são levantadas as barreiras relacionadas à implementação e consolidação do Sistema de Remanufatura, baseadas nos elementos descritos no capítulo 2. Nesta etapa do trabalho, as barreiras serão identificadas por meio da análise de artigos e pesquisas que tratam de remanufatura.

Conforme mostrado no capítulo anterior, o Sistema de Remanufatura apresenta diferentes elementos que o compõe:

- Elemento 1: Cadeia de Suprimentos Reversa;
  - Sub-elemento 1.1: Relacionamento com fornecedores do produto usado;
  - Sub-elemento 1.2: Logística reversa;
  - Sub-elemento 1.3: Operação de remanufatura;
  - Sub-elemento 1.4: Comercialização do produto remanufaturado;
- Elemento 2: Conhecimento e habilidades dos funcionários.
- Elemento 3: Projeto para Remanufatura;
- Elemento 4: Fluxo de informações no Sistema de Remanufatura.

A seguir, tais elementos e sub-elementos serão caracterizados, sendo destacados os aspectos críticos de cada um deles. Por meio da análise dos aspectos críticos foi possível elaborar um quadro contendo as barreiras identificadas em cada elemento e sub-elemento, para que estas possam ser visualizadas de forma sintetizada. O primeiro elemento a ser tratado será a Cadeia de Suprimentos Reversa.

#### **3.1 ELEMENTO 1: CADEIA DE SUPRIMENTOS REVERSA**

Os aspectos críticos deste elemento serão caracterizados em cada sub-elemento, descritos a seguir.

##### **3.2 SUB-ELEMENTO 1.1: RELACIONAMENTO COM FORNECEDORES DO PRODUTO USADO**

Segundo Guide, Harrison e Van Wassenhove (2003), é essencial controlar a qualidade dos produtos usados, já que estes são o *input* da Operação de remanufatura. O fornecimento de partes para remanufatura irá variar de acordo com o nível de qualidade dos produtos recolhidos

(ÖSTLIN; SUNDIN; BJORKMAN, 2009), mas também de acordo com as quantidades fornecida destes produtos e o momento de chegada dos mesmos para o remanufatureiro (ÖSTLIN, 2008).

É importante ressaltar que, quando a empresa decide por realizar o recolhimento de produtos usados direto de clientes, esta deve levar em consideração o fato de que os clientes podem estar espalhados em uma ampla região geográfica, além de que uma pequena quantidade de produtos será coletada por cliente (GUIDE, TEUNTER, VAN WASSENHOVE, 2003). Estas questões aumentam os custos de coletar os produtos diretamente dos clientes que o utilizaram.

Portanto, qualidade, quantidade e momento de retorno são alguns dos principais critérios importantes para as empresas de remanufatura escolherem seus fornecedores de produtos usados. Mesmo assim, a grande maioria das empresas utiliza como principal critério de escolha o preço que pagará para sua matéria-prima (o produto usado) (JACOBSSON, 2000).

Em alguns casos, o cliente final, usuário do produto, é o fornecedor do produto usado, não havendo assim nenhuma empresa que seja intermediária entre a empresa remanufatureira e este cliente. Neste caso, nota-se a importância da empresa estreitar o relacionamento com este cliente final, para obter acesso mais fácil a matéria-prima para remanufatura. Assim, as empresas de remanufatura devem delinear algumas ações no sentido de manter o contato com o cliente final enquanto este estiver utilizando o produto, para ter acesso a informações sobre a qualidade do produto, bem como saber quando o cliente irá descartar este produto (ÖSTLIN; SUNDIN; BJORKMAN, 2008). Para tanto, estes clientes devem receber estímulo para retornarem os produtos após sua utilização (KING; BURGUESS, 2005).

### 3.3 SUB-ELEMENTO 1.2: LOGÍSTICA REVERSA

Conforme citado anteriormente neste trabalho, a logística reversa é responsável pelo transporte, armazenamento e distribuição dos produtos que serão remanufaturados. O transporte do produto do fornecedor a empresa remanufatureira, podendo ou não ter pontos de estocagem durante este caminho, sendo que a inspeção pode ocorrer em diversos pontos deste processo ou somente depois que o produto estiver na fábrica. A inspeção que ocorre dentro da fábrica será considerada no elemento “Operação de remanufatura”.

O transporte dos produtos usados é influenciado pelas distâncias entre os vários locais que se encontram estes produtos e o ponto onde os mesmos serão remanufaturados, além de serem afetados pelas incertezas quanto à qualidade, quantidade e o momento de retorno dos produtos usados (JACOBSSON, 2000). Como exemplo, pode-se citar o fato do produto usado ser transportado até o ponto de estocagem ou para fábrica, para remanufatura, sendo que este não apresenta qualidade suficiente para ser reaproveitado (JACOBSSON, 2000; SUNDIN, 2004).

Hermansson e Sundin (2005) comentam sobre o fato que as incertezas associadas ao fluxo de retorno dos produtos são os maiores problemas encontrados nos estudos sobre remanufatura, já que os altos custos e peculiaridades deste fluxo fazem com que o processo de gerenciamento destes materiais seja mais complexo do que no tradicional sistema de manufatura, relativo ao primeiro ciclo de vida do produto.

Segundo Barker e King (2007), também pode ocorrer um acúmulo de produtos esperando para serem remanufaturados, nos casos de um inadequado controle e planejamento da produção ou por não haver uma demanda suficiente para produtos remanufaturados. Neste caso, os produtos irão necessitar de um espaço físico para ficarem armazenados. Os autores supracitados também citam o caso de produtos com baixa possibilidade de remanufatura atrapalharem o acesso àqueles produtos em boas condições para remanufatura, o que aumenta o tempo para triagem e inspeção dos produtos e o *lead time* das operações de remanufatura.

Esses fatores citados acima elevam os custos do Sistema de Remanufatura e sua ocorrência está associada a vários outros fatores, mas principalmente a baixa estruturação da logística reversa (FERRER; WHYBARK, 2000).

### 3.4 SUB-ELEMENTO 1.3: OPERAÇÃO DE REMANUFATURA

Durante a Operação de remanufatura ocorrem várias etapas como: desmontagem, inspeção, limpeza, reprocessamento e remontagem. A inspeção é uma das etapas da Operação de remanufatura que não agrega valor ao produto. Apesar disso, não costuma ser rápida ou simples, (AMEZQUITA, 1995) e pode ter um custo elevado por alguns motivos, como (WEISS; KARWASZ, 2005 apud BARKER; KING, 2007):

- Dificuldade de identificar o grau em que o produto está desgastado ou danificado, tornando mais complexa a avaliação sobre as condições de remanufaturabilidade do produto;
- O esforço necessário para inspecionar o produto pode ser desproporcional ao valor de remanufaturá-lo.

A etapa de desmontagem, que também não agrega valor ao produto remanufaturado, pode ter seu tempo e custos aumentados por três principais motivos: a maioria dos produtos foi projetada sem levar em consideração a possibilidade de, posteriormente, serem desmontados (KING; BURGUESS, 2005); presença de fixações permanentes nos produtos; e partes que necessitam serem substituídas e que não foram projetadas pensando na facilidade de substituição (AMEZQUITA, 1995). Conforme citado, a falta de padronização nas fixações utilizadas no produto, além de aumentar o tempo e custos da etapa de desmontagem, dificulta o processo de controle de materiais (AMEZQUITA, 1995), sendo que algumas tecnologias de fixação dificultam a separação de componentes ou podem causar danos nestes durante a separação (IJOMAH et al, 2007), muitas vezes impossibilitando a remanufatura do produto.

A etapa de limpeza também é crucial na Operação de remanufatura e os produtos e partes usadas inevitavelmente precisam ser limpos. A maneira como os produtos e suas partes será limpa dependerá das características dos mesmos e deve-se ter cuidado na seleção dos agentes de limpeza, para não deixarem resíduos no produto ou danificá-lo (STEINHILPER; BRENT, 2003). É importante ressaltar que a limpeza adequada dos produtos facilitará sua inspeção, já que grande parte das inspeções é realizada visualmente (SUNDIN, 2004).

A decisão sobre remanufaturar o produto também deve levar em consideração o valor agregado do produto e/ou suas partes, no fim de vida (NASR, 2006).

### 3.5 SUB-ELEMENTO 1.4: COMERCIALIZAÇÃO DO PRODUTO REMANUFATURADO

É importante considerar o relacionamento com o cliente, especialmente no ponto de vista do cliente como comprador do produto remanufaturado, já que em alguns casos, o cliente também pode ser o fornecedor do produto que será remanufaturado, como foi tratado no sub-elemento 1.1 em “Relacionamento com fornecedores do produto usado”.

Atualmente, esta questão é de extrema relevância, visto que a demanda para produtos remanufaturados é ainda baixa e instável (GIUNTINI, 2008; GEYER; JACKSON, 2004).

Alguns fatores levam a esta demanda baixa e instável, como por exemplo, a baixa aceitação do consumidor em relação a produtos remanufaturados (IJOMAH et al, 2007). A incerteza dos clientes quanto à qualidade destes produtos torna-os desconfiados em adquiri-los (BARKER; KING, 2007; ÖSTLIN; SUNDIN; BJÖRKMAN, 2009).

Além disto, o cliente pode considerar o produto remanufaturado pouco atraente, ao compará-lo com o novo (JACOBSSON, 2000), já que estes podem preferir produtos mais atualizados, com design e tecnologias mais modernas. Outro aspecto é a grande variedade de produtos com preços baixos disponíveis no mercado.

Hermansson e Sundin (2005) relatam a falta de estruturação do canal de vendas para produtos remanufaturados. As empresas não se preocupam em desenvolver estratégias de marketing para estes produtos, nem em treinar e informar o pessoal de vendas sobre os benefícios dos mesmos, para conquistarem o cliente e venderem os produtos remanufaturados.

### 3.6 ELEMENTO 2: CONHECIMENTOS E HABILIDADES DOS FUNCIONÁRIOS PARA REMANUFATURA

Embora máquinas sofisticadas possam aumentar a automatização e a eficiência das operações de manufatura, a variabilidade nas operações de remanufatura não permite uma automatização significativa com a tecnologia disponível atualmente. Preferencialmente, suas operações apresentam grande volume de trabalho manual, principalmente nas atividades de desmontagem, e necessitam de trabalhadores qualificados para isto (FERRER, 2003).

De acordo com a natureza da remanufatura e o fato de que poucas etapas podem ser automatizadas, a sua implementação também requer que as experiências e conhecimentos tácitos dos funcionários sejam passados para as pessoas envolvidas no sistema. Assim, é crucial que tais experiências sejam capturadas e gerenciadas de forma a beneficiarem toda a organização, sem que estas fiquem concentradas em poucas pessoas, fazendo com que alguns funcionários dependam de outros mais experientes (JACOBSSON, 2000).

A dificuldade em padronizar as etapas em cada elemento do Sistema da remanufatura, devido à variabilidade de componentes,

partes, produtos e processo requer funcionários qualificados e com habilidades para lidar com esta característica. Os funcionários devem adquirir habilidades relativas às várias atividades que devem ser realizadas dentro do Sistema de Remanufatura (JACOBSSON, 2000).

Gray (2006) relata a inexistência de pessoal qualificado para a remanufatura. Funcionários envolvidos com a remanufatura devem apresentar experiência e know-how. O autor ainda levanta alguns conhecimentos necessários para estes funcionários, como por exemplo: saber realizar a triagem e identificação dos produtos usados e necessidade de know-how técnico na criação de máquinas e nos testes de equipamentos necessários para a Operação de remanufatura.

No entanto, sem o conhecimento verdadeiro do que é e de como se faz a remanufatura, qualificar os funcionários não levará os resultados que as empresas esperam do Sistema de Remanufatura. A alta administração deve se envolver e conhecer o sistema (IJOMAH; CHILDE; MCMAHON, 2004).

### 3.7 ELEMENTO 3: PROJETO PARA REMANUFATURA

Apesar da atualidade e importância do assunto, a maioria dos produtos apresentam baixa remanufaturabilidade (IJOMAH et al, 2007, GEYER; JACKSON, 2004), pois, durante o processo de desenvolvimento do produto, tem havido pouca preocupação em projetar os produtos pensando na sua posterior remanufatura (GIUNTINI; GAUDETTE, 2003; FERRER; WHYBARK, 2000; IJOMAH et al, 2007).

É o caso da seleção de materiais que serão utilizados nos produtos. Caso o produto seja projetado pensando-se na sua remanufatura, deverá ser levada em consideração a durabilidade dos materiais selecionados (IJOMAH et al, 2007). Materiais não duráveis podem levar a quebra durante a Operação de remanufatura ou a deterioração durante o uso, impossibilitando a remanufatura (AMEZQUITA, 1995).

Weiss e Karwasz (2005 apud BARKER; KING 2007) afirmam que os projetistas devem considerar as questões sobre desmontagem nas fases iniciais do projeto do produto, reduzindo assim os desperdícios no produto no seu fim de vida. Eles também sugerem que 90% dos produtos usados não podem ser utilizados por conter diferentes tipos de materiais. Portanto, a variabilidade de materiais utilizados no produto e a dificuldade de separação dos mesmos também limitarão a

remanufatura do mesmo, principalmente com relação à dificuldade de padronizar os processos de remanufatura. A grande variabilidade de produtos também dificulta esta padronização (SUNDIN, 2004; BARKER; KING, 2007).

Outra importante questão está relacionada com maturidade da tecnologia no produto (GRAY, 2006). Caso a vida do produto seja mais longa do que a “vida do design”, a tecnologia pode ter tornado-se obsoleta ou indesejável aos clientes, no momento em que o produto está pronto para ser remanufaturado (IJOMAH et al, 2007). O mesmo pode ocorrer nos casos que o design estético predominar em relação ao design para funcionalidade (SHERWOOD, 2000).

### 3.8 ELEMENTO 4: FLUXO DE INFORMAÇÕES NO SISTEMA DE REMANUFATURA

Devido às características do Sistema de Remanufatura, nota-se que muitas decisões relacionadas ao Sistema de Remanufatura são tomadas sem informações precisas sobre a rentabilidade resultante de remanufaturar o produto (FERRER, 2003). Este fato ocorre, principalmente, porque as informações necessárias para tomar decisões sobre as etapas e atividades do Sistema de Remanufatura estarem disponíveis muito tarde (JACOBSSON, 2000).

Ainda, há uma dificuldade no fluxo de informações entre os atores pertencentes ao Sistema de Remanufatura, já que, muitas vezes, as informações ficam limitadas a cada ator (FERRER, 2003), como por exemplo, as informações sobre a fase de uso do produto ficam limitadas ao cliente final (SEITZ; PEATTIE, 2004), e as informações sobre a montagem do produto limitadas ao fabricante original. Assim, algumas informações essenciais e úteis para otimizar o sistema não são disponibilizadas ao remanufatureiro (JACOBSSON, 2000). Nota-se, portanto, a falta de um fluxo de informações que integre todo o Sistema de Remanufatura (FERRER, 2003).

As informações referentes ao produto são importantes tanto para planejar as atividades de reaproveitamento como para evitar transporte e reprocessamento de produtos que não apresentam condições de serem reaproveitados, como foi citado anteriormente no sub-elemento 1.2, que trata da logística reversa (JACOBSSON, 2000).

Outro importante aspecto, que influencia a demanda por produtos remanufaturados e a percepção que o cliente tem deste produto, são as informações que são disponibilizadas para ele sobre os benefícios e a

qualidade do produto remanufaturado (SEITZ, 2006). Poucos clientes têm conhecimento que a Operação de remanufatura resulta em produtos com, pelo menos, qualidade e garantias equivalentes a um novo produto.

### 3.9 BARREIRAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE REMANUFATURA LEVANTADAS NA LITERATURA

No item anterior, os elementos do Sistema de Remanufatura foram caracterizados, ressaltando os aspectos críticos de cada elemento. Estes aspectos foram organizados e sintetizados, sendo denominados então de barreiras, conforme ilustrado no Quadro 2.



**Quadro 2: Barreiras classificadas de acordo com cada elemento do Sistema de Remanufatura e as referências relacionadas**

Elemento	Sub-elemento	Barreiras	Referências
1	<b>Relacionamento com fornecedores do produto usado</b>	Incertezas sobre a qualidade do produto usado.	(JACOBSSON, 2000; GUIDE; HARRISON; VAN WASSENHOVE, 2003; ÖSTLIN, 2008; ÖSTLIN; SUNDIN; BJÖRKMAN, 2009; FERGUSON, 2009; TOFFEL, 2004).
		Incertezas sobre a quantidade do produto usado.	(TOKTAY; WEIN; ZENIOS, 2000; GUIDE; HARRISON; VAN WASSENHOVE, 2003; SUNDIN, 2004; ÖSTLIN, 2008).
		Incertezas sobre quando o produto usado retornará para a remanufatura.	(JACOBSSON, 2000; ÖSTLIN, 2008).
		As empresas possuem uma alta quantidade de fornecedores e os seleciona levando em consideração somente as questões financeiras.	(JACOBSSON, 2000).
		A empresa não possui um relacionamento estreito com o cliente final, quando este é o fornecedor da matéria prima.	(ÖSTLIN; SUNDIN; BJÖRKMAN, 2009).

		Custo elevado de retornos individuais do produto usado	
		Quando o cliente é o fornecedor, ele recebe poucos incentivos para retornarem o produto.	(KING; BURGUESS, 2005).
		Custo elevado de retornos individuais do produto usado.	(GUIDE, TEUNTER, VAN WASSENHOVE, 2003).
<b>LR</b>		Excesso de produtos usados esperando para serem remanufaturados, o que aumenta a necessidade de espaço.	(BARKER; KING, 2007; KING; BURGUESS, 2005).
		Dispersão geográfica dos produtos usados.	(JACOBSSON, 2000; KING; BURGUESS, 2005).
		Transportar produtos até o ponto de estocagem ou para fábrica, para remanufatura, sendo que o produto não apresenta condições de ser reaproveitado.	(JACOBSSON, 2000; SUNDIN, 2004).
		Necessidade de estruturar a logística reversa.	(FERRER; WHYBARK, 2000; KING; BURGUESS, 2005).
<b>Op. Reman.</b>		Partes que estão impróprias para remanufaturar podem bloquear o acesso àquelas que apresentam potencial para serem remanufaturadas.	(BARKER; KING, 2007).
		Custo elevado da inspeção do produto usado.	(BARKER, 2007. AMEZQUITA et al, 1995).
		Dificuldade e falta de precisão da etapa de inspeção	(SUNDIN, 2004; FERRER; WHYBARK, 2000).
		Complexidade e variabilidade da etapa de limpeza.	(STEINHILPER; BRENT, 2003;

			AMEZQUITA et al, 1995; SHERWOOD, 2000).
		Dificuldades na etapa de desmontagem principalmente devido ao excesso de fixadores nos produtos.	(JACOBSSON, 2000; GIUNTINI, 2008; SHERWOOD, 2000; IJOMAH et al, 2007; AMEZQUITA et al, 1995; NASR, 2006; KING; BURGUESS, 2005).
		Baixo valor agregado do produto e/ou suas partes que se pretende remanufaturar	(SHERWOOD, 2000; NASR, 2006. LUND, 1998 apud KATO; LAURINDO, 2004).
	<b>Comercialização do prod. remanufaturado</b>	Baixa demanda por produtos remanufaturados.	(JACOBSSON, 2000; BARKER; KING; 2007; GIUNTINI, 2008; GEYER; JACKSON, 2004).
		Demanda instável para produtos remanufaturados.	(FERRER; WHYBARK, 2000); KING; BURGUESS, 2005).
		O produto remanufaturado pode ser pouco atraente, quando comparado com o novo.	(JACOBSSON, 2000).
		Baixa aceitação do consumidor.	(IJOMAH et al, 2007).
		Incerteza dos clientes quanto à qualidade dos produtos remanufaturados, tornando-os desconfiados em adquiri-los.	(IJOMAH et al, 2007; JACOBSSON, 2000; BARKER; KING, 2007; ÖSTLIN; SUNDIN; BJORKMAN, 2009; GIUNTINI, 2008; IJOMAH; CHILDE; MCMAHON, 2004; AMEZQUITA et al, 1995; SEITZ, 2006).
		O canal de vendas para produtos remanufaturados é pouco estruturado e desenvolvido.	(HERMANSSON; SUNDIN, 2005).

2				
		Os funcionários, e muitas vezes a alta administração, não conhecem o verdadeiro significado da palavra “remanufatura”.		(GRAY, 2006; IJOMAH; CHILDE; MCMAHON, 2004).
		A dificuldade em padronizar os processos da remanufatura, devido à variabilidade de componentes, partes, produtos e processo requer funcionários com múltiplas habilidades.		(JACOBSSON, 2000).
		Falta de habilidade dos funcionários.		(HAMMOND et al., 1998 apud GRAY, 2006; FERRER, 2003; GIUNTINI; GAUDETTE, 2003).
3		Elevada diversidade de produtos, o que dificulta a padronização dos processos da remanufatura.		(HAMMOND et al., 1998 apud GRAY, 2006; BARKER; KING, 2007; SHERWOOD, 2000; SUNDIN, 2004; LUND, 1998 apud KATO; LAURINDO, 2004).
		Uso de grande variabilidade de materiais.		(SHERWOOD, 2000; WEISS; KARWASZ, 2005 apud BARKER; KING, 2007).
		Uso de materiais pouco duráveis.		(SHERWOOD, 2000; IJOMAH et al, 2007; NASR, 2006; LUND, 1998 apud KATO; LAURINDO, 2004).
		Baixa remanufaturabilidade de grande parte dos produtos devido a pouca preocupação em projetar para a remanufatura.		(IJOMAH et al, 2007; GEYER; JACKSON, 2004; GIUNTINI; GAUDETTE, 2003; FERRER;

				WHYBARK, 2000).
			Tecnologia imatura dos produtos.	(SHERWOOD, 2000; GRAY, 2006. IJOMAH et al, 2007; LUND, 1998 apud KATO; LAURINDO, 2004).
			Design estético predomina em relação ao funcional.	(SHERWOOD, 2000; AMEZQUITA et al, 1995).
4			Falta de um fluxo de informações que integre o Sistema de Remanufatura.	(FERRER, 2003).
			As informações sobre a lógica e sequência da montagem do produto, que auxiliaria na etapa de desmontagem, não estão disponíveis para o remanufatureiro.	(KING; BURGUESS, 2005).
			Informações necessárias para a remanufatura estão disponíveis muito tarde na cadeia.	(JACOBSSON, 2000; TOKTAY; WEIN; ZENIOS, 2000).
			Falta de informações sobre o produto durante sua fase de uso.	(FERRER, 2003; SEITZ; PEATTIE, 2004).
			Poucas informações sobre os benefícios e a qualidade da remanufatura chegam ao cliente.	(SEITZ, 2006).

### 3.10 CONSIDERAÇÕES FINAIS DESTE CAPÍTULO

Por meio de um levantamento bibliográfico, foi possível identificar os aspectos críticos na implementação do Sistema de Remanufatura registradas na literatura. Ao sintetizar e organizar estes aspectos, chegou-se nas barreiras, que foram classificadas de acordo com os 4 elementos, com intuito de facilitar sua compreensão e análise.

Por meio da análise de trabalhos científicos que tratam de remanufatura, foi possível perceber que as barreiras estavam expostas de maneira dispersa na literatura, não havendo nenhuma classificação ou sistematização destas barreiras tendo em vista uma visão sistêmica.

Algumas das barreiras estão associadas aos processos internos da empresa, como é o caso das barreiras relacionadas ao sub-elemento Operação de remanufatura. Outras estão relacionadas com os processos externos, no caso de barreiras para logística reversa e relacionamento com os fornecedores de produtos usados. Por isso, é essencial que pesquisadores e gestores de empresas tenham uma visão holística do sistema, de forma a entender suas diferentes características (ZANETTE, 2008).

Portanto, apesar das barreiras terem sido classificadas de acordo com a afinidade com um determinado elemento, é importante ressaltar que algumas destas barreiras apresentam relação com outros elementos ou barreiras, visto que os elementos interagem entre si, conforme mostrado no capítulo anterior.

Na próxima etapa do trabalho são investigadas empresas que remanufaturam no Brasil, bem como suas características e barreiras. Como a origem da maioria dos artigos estudados é estrangeira, devido à baixa quantidade de trabalhos e estudos em empresas no Brasil sobre remanufatura, nota-se a importância de estudar como ocorre a remanufatura no Brasil, quais são as barreiras encaradas por estas empresas, como também para favorecer o conhecimento da remanufatura na realidade brasileira.

## **4 BARREIRAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE REMANUFATURA DAS EMPRESAS**

Após levantar 37 barreiras na implementação do Sistema de Remanufatura por meio de uma revisão bibliográfica (Quadro 2), neste capítulo serão investigadas as barreiras, bem como as características de empresas que remanufaturam no Brasil, de acordo com cada elemento do sistema.

O intuito dos estudos de caso é levantar o estado da prática da remanufatura no Brasil, levando ao conhecimento de como é realizada a remanufatura em empresas. Além disto, serão verificadas quais barreiras tais empresas enfrentam, tendo como base as barreiras identificadas na literatura. Além disto, busca-se verificar a existência de outras barreiras além daquelas já citadas.

Outro intuito é aumentar o conhecimento sobre como está a remanufatura no Brasil, visto que ainda são poucas as empresas que a realizam e que realmente conhecem seus benefícios.

A seguir, será conceituado o método de estudo de caso, utilizado como procedimento técnico deste trabalho, para então serem descritos os quatro estudos de caso realizados para a presente pesquisa.

### **4.1 MÉTODO DE ESTUDO DE CASO**

O estudo de caso busca investigar um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. Ainda, permite uma investigação que preserve as características holísticas e significativas dos acontecimentos da vida real, sendo uma ferramenta usada para estudos exploratórios (YIN, 2005).

Como contribuição, o método possibilita generalizações para a teoria maior, sendo possível obter evidências a partir de fontes de dados, como: documentos, registros de arquivos, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos e cada uma delas requer habilidades específicas e procedimentos metodológicos específicos (BRESSAN, 2000).

A coleta de dados principal foi realizada por meio de entrevistas focadas, nas quais o respondente é entrevistado e o investigador preferencialmente segue perguntas estabelecidas em um questionário, considerado um protocolo da pesquisa (YIN, 1989 apud BRESSAN,

2000). Outras formas de coleta foram: observação direta e visitas ao site das empresas.

No presente trabalho, será utilizado o método de múltiplos estudos de caso. As evidências resultantes de casos múltiplos são consideradas mais convincentes. No entanto, como desvantagem, exige recursos e tempo em demasia (YIN, 2005).

## 4.2 REALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO: SELEÇÃO DO SETOR E DAS EMPRESAS

Para a análise e escolha do setor que seria estudado para o estudo de caso foi realizado um levantamento das empresas que realizam a remanufatura no Brasil. Para isto, foi feita uma busca na Internet usando como palavras-chave: “empresas de remanufatura”, “remanufatura”, “remanufatura no Brasil”. A lista gerada desta pesquisa foi somada com as empresas levantadas no trabalho de Zanette (2008) e da pesquisa feita para a realização de um workshop sobre remanufatura, em maio de 2009. Assim, ao todo, foram identificadas 36 empresas.

O Quadro 3 mostra as 36 empresas divididas por setor, tipo de remanufatureiro e quantidade. É possível observar que 29 delas são do setor automotivo, ou seja, 80,5%. Assim, o setor automotivo foi escolhido por ser um dos que mais realizam a remanufatura. Isso concorda com a pesquisa de Amezquita et al (1995), que afirma que o setor que mais realiza a remanufatura é o setor automotivo.

**Quadro 3 - Classificação das empresas de remanufatura identificadas**

<b>Setor</b>	<b>Tipo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Automotivo	OEM	10	27,7%
Automotivo	Independente	19	52,7%
Eletroeletrônico	OEM	7	19,3%

Fonte: Dados de pesquisa

Das trinta e seis empresas identificadas e contatadas via telefone ou e-mail, quatro se disponibilizaram a participar desta pesquisa e a compartilhar informações sobre a remanufatura na sua empresa, bem como responder um questionário semi-estruturado. Das quatro empresas, duas são remanufatureiros OEM e duas remanufatureiros independentes. Dos quatro estudos de caso realizados, dois (um sendo remanufatureiro OEM e um, remanufatureiro independente) ocorreram



por meio de visitas a empresas, entrevista com diretor ou proprietário, por meio de um questionário (apêndice 1), conversas com funcionários da fábrica e acessos ao site da empresa. Os outros dois estudos de caso ocorreram por meio de telefone, troca de e-mail, questionário respondido por gerentes ou proprietários e visitas ao site da empresa.

As quatro empresas estudadas são denominadas de Empresa X, Empresa Y, Empresa Z e Empresa W.

O Quadro 4 ilustra o método de estudo de caso realizado.

**Quadro 4: Método de Estudo de Caso**  
**Método de estudo de caso**

<b>Propósito</b>	Exploratório.
<b>Objetivo</b>	Verificar as barreiras enfrentadas pelas empresas estudadas.
<b>Segmento industrial analisado</b>	Automotivo.
<b>Empresas estudadas</b>	Empresa X, Y, Z e W.
<b>Unidade geográfica</b>	Estado de São Paulo, Brasil.
<b>Número de casos estudados</b>	Quatro.
<b>Coleta de dados</b>	Entrevistas, visita a empresas e os sites.
<b>Instrumento de apoio</b>	Roteiro semi estruturado.
<b>Período de realização dos estudos de caso</b>	Agosto de 2009 – Novembro de 2009.

Fonte: Adaptado de ROSSI (2009)

A seguir estão descritos os estudos de caso e citadas as barreiras levantadas em cada estudo, de acordo com o elemento.

#### 4.3 ESTUDO DE CASO 1 – REMANUFACTUREIRO INDEPENDENTE

##### 4.3.1 Características da empresa

A empresa em estudo, chamada durante o trabalho de Empresa X, atua no setor automotivo e está no mercado há dezoito anos. As atividades da empresa estão relacionadas com a remanufatura e venda de embreagens remanufaturadas da linha leve (carros de passeio).

O questionário foi respondido pelo proprietário da empresa, a qual possui 48 funcionários, divididos em: Diretoria, executivos, coordenadores de setores, encarregados de produção e executores. O número funcionários por área não foi especificado.

O respondente define a remanufatura como o processo que substitui componentes ruins por novos. Os principais motivos que levaram a empresa a escolher o ramo de remanufatura foram:

- Redução de custos (reutilização de partes, menor utilização de recursos, etc.);
- Preocupação ambiental (menor utilização de recursos naturais);
- Alternativa mais rápida na entrega de produtos para os clientes;
- Demanda (clientes procuram por produtos remanufaturados);
- Ampliação da faixa de mercado (atendimento de uma nova faixa de mercado).

##### 4.3.2 Elemento 1: Cadeia de Suprimentos Reversa

###### • Sub-elemento 1.1: Relacionamento com fornecedores do produto usado

Neste caso, o fornecedor é responsável pela coleta e entrega da carcaça para a empresa em estudo.

Um dos diferenciais da empresa é que, na seleção de fornecedores, a empresa decide quais são as especificações desejadas para comprar a matéria-prima, bem como o preço que ela quer pagar. A empresa possui em torno de 25 fornecedores de matéria-prima para

remanufatura. Mesmo apresentando uma elevada quantidade de fornecedores, a empresa considera haver um relacionamento próximo com estes.

O que é considerado como mais importante na seleção de um fornecedor é o quanto este está apto para atender suas necessidades, já que, como foi citado, é a própria empresa que define os requisitos que deseja que sejam atendidos pelo fornecedor.

Toda a matéria-prima recebida para a remanufatura passa por uma avaliação visual. Neste momento, a matéria-prima é classificada como: primeira linha, segunda linha e produtos para reciclagem. A matéria-prima é classificada como de primeira linha quando está em boas condições, com vida útil vigente e praticamente todos os seus componentes poderão ser remanufaturados. A matéria-prima de segunda linha já não apresenta condições tão boas, mas alguns componentes possuem condições de serem remanufaturados e outros não. Já a matéria-prima com componentes que não apresentam condições de serem remanufaturados, é reciclada pela própria empresa, e o material é utilizado para fabricação de outros componentes. O preço pago para o fornecedor depende da classificação da matéria-prima (primeira linha, segunda linha e produtos para reciclagem).

A empresa adotou a classificação citada acima com intuito de gerenciar as questões relacionadas com as incertezas de qualidade da matéria-prima. As incertezas sobre a quantidade da mesma é uma dificuldade para a empresa, visto que esta deixa de atender cerca de 15% de pedidos de clientes, devido a restrições quanto à quantidade de matéria-prima disponível.

### **• Sub-elemento 1.2: Logística reversa**

A matéria-prima utilizada para remanufatura vem de longas distâncias, já que a Empresa X remanufatura carcaças de embreagens provenientes de vários estados do Brasil. O preço que a empresa paga pela carcaça não se altera devido a estas distâncias. Sendo assim, a empresa não arca com os custos relativos à dispersão geográfica dos produtos usados.

Não existem pontos de estocagem antes da chegada das carcaças na fábrica, já os sucateiros (pessoas especializadas na compra de matéria prima para remanufatura) costumam separar os produtos adquiridos, como embreagem e amortecedores, e vender para a empresa logo em seguida. Em relação ao estoque, a empresa costuma armazenar apenas

matéria-prima classificada como de primeira linha, sendo que algumas são pré-desmontadas, para facilitar o armazenamento.

A empresa não realiza o transporte da carcaça para a fábrica, já que esta atividade é realizada pelo próprio fornecedor de matéria-prima. Observa-se que as atividades da Logística Reversa não fazem parte das competências centrais da empresa.

Nota-se que a empresa apresenta dificuldades para gerenciar seu estoque de matéria-prima, visto que existe um excesso de produtos usados esperando para serem remanufaturados, o que aumenta a necessidade de espaço e os custos de estoque.

### •Sub-elemento 1.3: Operação de remanufatura

As etapas, para a transformação do produto usado em produto remanufaturado, são todas realizadas pela empresa e ocorrem na seguinte sequência: Armazenagem, Triagem, Inspeção, Desmontagem, Limpeza, Reprocessamento, Estocagem e Transporte para o cliente, caso este necessite.

Na carcaça das embreagens, as peças fora de tolerância especificada pela empresa são substituídas por novas, o que reduz a possibilidade de uma carcaça apresentar problemas de qualidade.

A qualidade da carcaça é avaliada, levando a decisão de remanufaturá-la ou não, por meio de avaliação visual, sendo que esta avaliação baseia-se na aparência do produto usado. De acordo com o entrevistado, avaliação visual da carcaça, que ocorre quando esta chega à fábrica, é influenciada pelo know-how do funcionário responsável.

Dentre as etapas da Operação de remanufatura, aquela considerada mais complexa pela empresa é a inspeção, por ser manual e exigir um conhecimento tácito específico do funcionário. Na inspeção para os componentes remanufaturados é realizada uma comparação de medidas entre o remanufaturado e um novo (fabricado pelo fabricante original), sendo que estas medidas devem ser equivalentes. A empresa compra os produtos novos e utiliza suas especificações como meio de comparação para verificar a qualidade do seu produto.

Nota-se, portanto, que a empresa possui dificuldades com a etapa de inspeção e, além disto, são usados apenas critérios visuais para avaliar a qualidade do produto usado para remanufatura.

### •Sub-elemento 1.4: Comercialização do produto remanufaturado

O público alvo da empresa são as distribuidoras de autopeças e, 95%, de oficinas mecânicas. Este público será denominado de cliente direto e o usuário do produto remanufaturado será chamado de cliente final.

Outra questão levantada pelo entrevistado é o fato de que os clientes finais muitas vezes não sabem o que é remanufatura e, quando o sabem, não conhecem as empresas que reaproveitam o produto por meio da remanufatura e não por meio de outras estratégias de fim de vida, como o recondicionamento. Isto provoca geralmente uma baixa aceitação para com os produtos remanufaturados, sendo que os clientes tornam-se desconfiados em adquirir estes produtos, ao ficarem incertos quanto à qualidade dos mesmos.

Além disto, foi levantada a questão sobre a dependência que a empresa tem em relação ao seu cliente direto (mecânicos de oficinas, por exemplo). Como o produto é instalado pelos mesmos, é necessário que estes tenham conhecimentos e confiança no produto remanufaturado. Porém, na grande maioria das vezes, isto não acontece. Se ocorrerem problemas nos carros devido aos produtos remanufaturados, logo a culpa é colocada no produto, sendo que muitas vezes o problema foi a incorreta instalação do produto ou alguma outra questão não relativa ao produto remanufaturado. Portanto, percebe-se a necessidade de informar e conscientizar o cliente direto da empresa sobre o que é a remanufatura, bem como o produto remanufaturado, seus benefícios e características.

De acordo com o entrevistado, o fato de muitas empresas sem recursos tecnológicos produzirem produtos de baixa qualidade, associado com a desinformação dos clientes, gera um preconceito sobre os produtos remanufaturados.

Também foi relatado o problema da falta de conhecimentos técnicos do pessoal de vendas, o que dificulta no momento de explicar para o cliente sobre o produto remanufaturado e tirar as dúvidas dos mesmos.

A empresa contorna as suas principais dificuldades disponibilizando informações para os seus clientes e satisfazendo as expectativas dos mesmos.

A empresa usa como estratégias de marketing para promover o produto remanufaturado ao seu cliente:

- Preço inferior do remanufaturado comparado ao novo. Para o cliente direto da empresa, que na sua maioria são as autopeças e oficinas, o produto remanufaturado custa 25% a menos que o

produto novo e para o cliente final, esta diferença pode chegar em até 50%.

- Força da qualidade da marca da empresa que remanufatura;
- Os produtos remanufaturados com garantia de 6 meses, tempo equivalente de garantia de um novo produto.

Como estratégias para conscientizar o cliente sobre a qualidade do produto remanufaturado, a empresa utiliza o site informativo, além de disponibilizar um técnico para orientação sobre instalação do produto e realizar pequenas palestras para os clientes diretos.

Foi relatado o desconhecimento de outras formas de comercialização do produto, como por exemplo a abordagem do Sistema Produto-Serviço.

#### **4.3.3 Elemento 2: Conhecimento e habilidades dos funcionários**

Em relação à automatização do processo de remanufatura, a empresa considera que, em relação à Operação de remanufatura, o trabalho é 50% humano e 50% realizado por meio de equipamentos. Grande parte dos equipamentos utilizados na operação são projetados pela própria empresa e assim fabricados de acordo com suas necessidades e as particularidades da operação.

Os funcionários são treinados e informados sobre a remanufatura dentro da empresa, já que a grande maioria entra na empresa sem conhecer sobre remanufatura, e é difícil encontrar funcionários com habilidade, experiência prévia e sem “vícios”. O entrevistado afirma que leva em torno de um ano para que o funcionário se torne realmente eficiente. Além disto, a falta de padronização da Operação de remanufatura dificulta a capacitação dos funcionários.

#### **4.3.4 Elemento 3: Projeto para remanufatura**

A empresa em estudo não é um fabricante original, ou seja, não desenvolve nem manufatura produtos. Também não possui nenhuma relação com o fabricante original, não tendo acesso a informações sobre como e se o Projeto de remanufatura foi considerado no desenvolvimento do produto.

Assim, a empresa não utiliza os benefícios que o acesso a essas informações traria, como, por exemplo, conhecer as propriedades dos materiais usados no produto, o que facilitaria, por exemplo, a etapa de limpeza.

Pelo fato da empresa remanufaturar produtos de várias marcas diferentes, percebe-se que uma barreira do Sistema de Remanufatura é a dificuldade de padronizar os processos da remanufatura, devido à elevada diversidade de produtos.

#### **4.3.5 Elemento 4: Fluxo de informações no Sistema de Remanufatura**

Não existe alguma base de dados ou alguma forma de fluxo de informações sobre o produto, incluindo informações sobre sua pesquisa e desenvolvimento, produção pelo fabricante original e seu uso. Ou seja, não existe um fluxo de informações que integre o Sistema de Remanufatura.

A empresa não considera viável estruturar uma base de informações sobre o ciclo de vida do produto. O respondente exemplifica o caso da embreagem, no qual sua vida útil depende muito da maneira como foi instalada a peça e de como o produto é utilizado na fase de uso.

A deficiência destas informações dificulta o gerenciamento do Sistema de Remanufatura e, como exemplo, está o fato da empresa não apresentar informações sobre a lógica e sequência da montagem do produto, que auxiliaria na etapa de desmontagem, durante a Operação de remanufatura.

A empresa não possui contato com os usuários e/ou informações sobre o produto durante seu primeiro ciclo de vida (fase de uso), já que não possuem acesso aos donos de veículos.

A deficiência de informações leva a empresa a tomar decisões sobre as etapas e atividades do Sistema de Remanufatura sem informações precisas sobre a rentabilidade resultante de remanufaturar o produto. Normalmente, estas informações chegam muito tarde.

#### **4.3.6 Barreiras adicionais**

O entrevistado citou uma barreira adicional na implementação do Sistema de Remanufatura:

- Ausência de normas e legislação para remanufatura.

### **4.4 ESTUDO DE CASO 2 – REMANUFATUREIRO INDEPENDENTE**

#### 4.4.1 Características da empresa

A empresa em estudo, denominada de Empresa Y, remanufatura alternadores e motores de partida. O questionário foi respondido pelo diretor da empresa, que define a remanufatura como um processo industrial como outro qualquer, porém a diferença é que a matéria-prima principal é a peça ou componente usado, que já cumpriu sua vida útil. Nesse processo, a empresa retira do meio ambiente as peças descartadas e as tornam utilizáveis novamente.

As etapas, para a transformação do produto usado em produto remanufaturado ocorrem na seguinte sequência: triagem, desmontagem, limpeza, inspeção, armazenamento, estocagem. As etapas de reprocessamento, substituição de componentes e remontagem são terceirizadas.

O principal motivo que levou a empresa a escolher o ramo de remanufatura foi por acreditar no grande potencial desse mercado.

#### 4.4.2 Elemento 1: Cadeia de Suprimentos Reversa

##### **• Sub-elemento 1.1: Relacionamento com fornecedores do produto usado**

Os fornecedores da empresa são clientes finais que utilizaram o produto e empresas fornecedoras que comprem produtos usados dos clientes e fornecem para a empresa em estudo.

No caso do cliente final ser o fornecedor da matéria-prima da remanufatura, uma maneira encontrada pela empresa para controlar o retorno de produtos foi por meio da atividade de prestação de serviço.

A empresa possui em torno de 10 fornecedores (entre clientes finais, os usuários do produto, e empresas fornecedoras) de matéria-prima para remanufatura, sendo que a empresa apresenta um relacionamento estreito com seus fornecedores, o que facilita as negociações entre ambos.

Na seleção dos fornecedores, o fator considerado de maior importância é atendimento eficiente das quantidades de matéria-prima pedidas, sendo que o fornecedor é responsável pela coleta, transporte e entrega da carcaça para a empresa em estudo.

Para lidar com as incertezas sobre a qualidade do produto usado, a empresa compra dos seus fornecedores matérias-primas (produtos usados) previamente selecionadas de acordo com os requisitos da empresa, que não foram especificadas pelo entrevistado.



A empresa acredita que, para obter informações mais precisas sobre o momento e retorno do produto, seria necessário desenvolver alguma forma de se obter uma previsão de peças que serão descartadas pelos clientes e enviadas para a remanufatura em um determinado período de tempo.

#### • Sub-elemento 1.2: Logística reversa

A matéria-prima utilizada para remanufatura é originado de várias partes do Brasil, não apresentando um local definido.

Não existem pontos de estocagem antes da chegada da carcaça na fábrica.

Os sucateiros, especializados na compra de matéria-prima para remanufatura e fornecedores da empresa em questão, costumam separar os produtos adquiridos, como embreagem e amortecedores, e vender para a empresa logo em seguida. Portanto, a empresa não realiza o transporte da carcaça para a fábrica, já que esta atividade é realizada pelo próprio fornecedor de matéria-prima.

As carcaças estão dispersas geograficamente, porém são seus fornecedores que arcam com os custos desta dispersão.

#### • Sub-elemento 1.3: Operação de remanufatura

A inspeção da carcaça para avaliar suas condições de remanufatura é realizada por meio de avaliação visual e também por equipamentos. A empresa relatou possuir vários critérios de avaliação da matéria-prima para a remanufatura, sem especificá-los.

Na Operação de remanufatura, a empresa não realiza a etapa de reproprocessamento, que é realizado por uma empresa parceira, não fazendo parte da empresa em estudo. Assim, dentre as etapas da Operação de remanufatura que a empresa realiza, nenhuma delas foi levantada como sendo mais complexa que outra.

Os produtos remanufaturados pela empresa apresentam de três meses a um ano de garantia, dependendo do produto.

#### • Sub-elemento 1.4: Comercialização do produto remanufaturado

Os clientes da empresa são distribuidores de peças elétricas e frotistas. Segundo o entrevistado, este sub-elemento é o que mais apresenta barreiras, sendo elas:

• Baixa demanda por produtos remanufaturados e baixa aceitação do cliente;

- Os clientes não sabem diferenciar remanufatura de outras formas de reaproveitamento de produtos, como a reciclagem, por exemplo;

- Baixa credibilidade dos clientes em relação a produtos remanufaturados, tornando-os desconfiados de adquirir estes produtos.

Para contornar as barreiras citadas acima, a empresa procura conscientizar seus clientes das facilidades principalmente econômicas de se utilizar peças remanufaturadas. No entanto, o entrevistado relatou que o preconceito para com produtor de remanufaturados ainda é muito grande.

Outro fator indicado como dificuldade foi à concorrência, principalmente das autopeças asiáticas, que chegam ao Brasil com preço inferior às peças novas e em alguns casos, mais baratas que as remanufaturadas.

#### **4.4.3 Elemento 2: Conhecimento e habilidades dos funcionários**

Em relação à automatização do processo de remanufatura, a empresa considera que o trabalho é 50% humano e 50% realizado por meio de equipamentos. A empresa acredita na importância de treinar os funcionários para a remanufatura, mas não menciona isto como uma barreira para o Sistema de Remanufatura.

#### **4.4.4 Elemento 3: Projeto para remanufatura**

A empresa em estudo não é um fabricante original, ou seja, não desenvolve nem manufatura produtos. Também não possui nenhuma relação com o fabricante original, não tendo acesso a informações sobre como e se o Projeto de remanufatura é considerado no desenvolvimento de produtos.

#### **4.4.5 Elemento 4: Fluxo de informações no Sistema de Remanufatura**

A empresa não possui acesso a dados e informações sobre o produto, incluindo informações sobre sua pesquisa e desenvolvimento, produção pelo fabricante original e seu uso, não havendo um fluxo de informações que englobe o Sistema de Remanufatura.

Assim, a empresa não utiliza os benefícios que o acesso a estas informações traria, como, por exemplo, conhecer como ocorre a montagem do produto, o que facilitaria a desmontagem do mesmo.

Também há ausência de informações sobre a etapa de uso, já que a empresa não possui contato com os usuários e/ou informações sobre o produto durante seu primeiro ciclo de vida.

Percebe-se que a deficiência de informações precisas sobre a rentabilidade resultante de remanufaturar o produto dificulta a tomada de decisões da empresa sobre Sistema de Remanufatura. As informações necessárias, quando ficam disponíveis, chegam muito tarde para a empresa.

A empresa não apresenta estratégias para conscientizar o seu cliente sobre a qualidade do produto remanufaturado.

## 4.5 ESTUDO DE CASO 3 - OEM REMANUFATUREIRO

### 4.5.1 Características da empresa

A empresa Z é uma multinacional alemã que está presente em 16 países, onde mantém 21 fábricas e mais de 10 mil funcionários e é um dos maiores fornecedores de autopeças do mundo, equipando a maioria dos veículos que saem das montadoras. No Brasil, a empresa Z começou em 1953 e possui 2 fábricas no interior do estado de São Paulo.

O entrevistado foi um dos implementadores da remanufatura na empresa, contando com mais de 40 anos de experiência da mesma. O entrevistado é gerente comercial e foi um dos implementadores da remanufatura na empresa.

O estudo foi realizado na unidade responsável pela remanufatura, onde também ocorre estamparia, revestimento, tratamento térmico, mancais de embreagem. Todas as partes que compõem a embreagem (platô, disco e mancal) são remanufaturadas. Apenas o rolamento (que faz parte do mancal), os rebites e revestimentos não são reaproveitados.

As oportunidades e benefícios de remanufaturar são considerados no negócio da empresa, tornando a remanufatura uma oportunidade lucrativa para a mesma. Ressalta-se que 55% dos lucros da empresa vêm das atividades de *after market*, sendo que, destas atividades, 30% dos lucros são resultado da remanufatura.

O entrevistado relata que muitas empresas que dizem remanufaturar seus produtos, apenas fazem recondição e

comenta que a diferença entre ambos é que, para remanufaturar, é essencial ter a tecnologia necessária.

#### **4.5.2 Histórico da remanufatura na Empresa Z**

Em 1968, a empresa passou a recondicionar produtos da linha leve. Um dos principais motivos que levou a empresa a considerar esta opção foi perceber que a sucata (os produtos usados fabricados pela empresa Z) alimentava os concorrentes, que estavam recondicionando e comercializando estes produtos.

A empresa começou com atividades de remanufatura em 1991, sendo a pioneira no Brasil e contando, inicialmente, com 45 funcionários responsáveis pela Operação de remanufatura. A partir de 1995, a empresa passou a remanufaturar somente produtos (platô, disco e rolamento) da linha pesada e comercializa os mesmos em torno de 50% mais barato do que o mesmo produto novo. Hoje, a empresa cobre de 60 a 70% do mercado de embreagens remanufaturadas para veículos da linha pesada em todo o Brasil.

Esta decisão foi baseada no fato da empresa Z perceber que remanufaturar produtos da linha leve não estava sendo lucrativo, devido a fatores como o baixo valor agregado deste tipo de produto e o fato de que o remanufaturado competia com o produto novo.

Hoje, a Operação de remanufatura conta com 180 funcionários e o volume de produtos remanufaturados na unidade de Brasil é maior do que na fábrica da Alemanha.

Nos primeiros anos, os produtos remanufaturados eram vendidos com outro nome de marca, pois a empresa não queria vincular a sua marca com o remanufaturado, já que ela percebia a dificuldade dos seus clientes compreenderem a diferença entre remanufatura e recondicionamento.

Foi em 2005 que a empresa deixou de comercializar os remanufaturados com outra marca e passou a utilizar a própria marca. Hoje é uma das empresas referências para *benchmarking* em remanufatura. A partir de 2005, a empresa passou a atender cerca de 70% das embreagens de linha pesada do setor agrícola, nas usinas do Estado de São Paulo.

O entrevistado citou que a grande demanda pelos produtos remanufaturados da linha pesada é composta por frotistas de ônibus, caminhão e equipamentos de usina. Neste caso, o uso do produto é intenso, sendo necessárias trocas mais freqüente do que em veículos da

linha leve, sendo que em alguns casos esta troca acontece pelo menos uma vez ao ano (no caso de veículos de usina) ou a cada três anos (caminhões). Os clientes do remanufaturado chegam a ter uma frota de 5.000 veículos, portanto o produto remanufaturado, por ser mais barato do que o novo influencia intensamente na lucratividade destes frotistas.

#### **4.5.3 A remanufatura na empresa Z**

Os motivos que levaram a empresa em estudo a remanufaturar seus produtos foram:

- Proteção da marca. Outras empresas estavam comprando suas sucatas de sucateiros, reaproveitando as mesmas e, muitas vezes, originando produtos de baixa qualidade com a marca da empresa. Este fato é negativo para a empresa Z, já que os produtos de baixa qualidade podem passar uma percepção ruim ao cliente que compra o produto confiando na qualidade da marca.
- Preocupação ambiental. Os produtos da empresa usam ferro como matéria-prima, em sua maioria, sendo que este é grande poluidor do meio ambiente.
- Ampliação de faixa de mercado. Segundo o entrevistado, este item pode ser considerado mais consequência da remanufatura do que causa, pois por ser mais barato, outros nichos de mercado passaram a comprar seu produto, principalmente os de linha pesada, como frotistas de ônibus.

Foi ressaltado que os principais fatores que garantem a lucratividade da remanufatura pela empresa são: preço inferior do remanufaturado, comparado ao novo; qualidade equivalente de ambos; e a força da marca da empresa.

#### **4.5.4 Elemento 1: Cadeia de Suprimentos Reversa**

##### **• Sub-elemento 1.1: Relacionamento com fornecedores do produto usado**

Como tentativa de contornar as incertezas quanto à quantidade de produto usado, a empresa utiliza a estratégia de troca. Seus produtos remanufaturados são comercializados com base na troca de carcaças, um para um. Ou seja, como seus fornecedores são distribuidores, quando estes pedem por remanufaturados, a empresa troca 100 carcaças por 100

produtos remanufaturados. Isto facilita o controle de quantos e quando a matéria-prima para a remanufatura estará disponível para a empresa.

Em relação às incertezas da qualidade da carcaça, a empresa possui menos dificuldades do que os remanufatureiros independentes, pois, além de remanufaturarem os produtos que eles mesmos desenvolvem e manufaturam, a empresa dá manutenção durante a fase de uso do produto (tanto novo como remanufaturado).

A empresa possui uma quantidade reduzida de fornecedores de sucata, na sua maioria são distribuidores, e um relacionamento próximo com estes. A empresa também compra sucata de sucateiros, visando limitar que a concorrência reaproveite seus produtos e os comercialize no mercado. O requisito de maior importância para selecionar estes fornecedores é a qualidade da sucata.

Ao chegar à empresa, a carcaça é dividida em aproveitável e não aproveitável. As primeiras são classificadas em A, B e C, de acordo com sua possibilidade de remanufatura, sendo A o produto com maior possibilidade e C aquele com menor possibilidade.

Além disto, a empresa já possui uma estatística de peças novas que serão necessárias, de acordo com o produto que será aproveitado e remanufaturado. No caso dos produtos considerados não reaproveitáveis, estes são destruídos dentro da própria empresa, para que outras empresas não os reutilizem.

### **• Sub-elemento 1.2: Logística reversa**

São os fornecedores que arcam com os custos e a responsabilidade de transportar a sucata até a empresa, sendo que não existem pontos de estocagem antes da chegada da carcaça na empresa. Portanto, as atividades da logística reversa são realizadas pelos fornecedores.

### **• Sub-elemento 1.3: Operação de remanufatura**

No que diz respeito à Operação de remanufatura, a sequência das etapas é: transporte, triagem, armazenagem, inspeção, desmontagem, limpeza, reprocessamento, inspeção, remontagem. Atualmente, a empresa não apresenta dificuldades maiores nas etapas da operação, visto que a tecnologia e os processos da empresa são maduros, estáveis e padronizados.

A Operação de remanufatura ocorre dentro dos mesmos níveis de qualidade exigidos na fabricação de novos produtos, contando com os recursos tecnológicos necessários. A primeira inspeção (antes de o

produto ser desmontado) ocorre visualmente, levando em consideração critérios de qualidade, quantidade e fiscais. A segunda inspeção, após o reprocessamento, ocorre visualmente e por meio de equipamentos. Para a montagem, a empresa conta com oito células, sendo cada uma responsável pela montagem de determinado produto.

No que diz respeito à garantia do remanufaturado, a empresa ressalta que não existe um prazo determinado de garantia deste produto, visto que a empresa disponibiliza técnicos para manutenção e reparação do produto quando o cliente necessitar. Caso o produto apresente algum problema durante seus primeiros seis meses, ele pode ser trocado. “O que importa é a qualidade do produto, independente se ele é novo ou remanufaturado”, comenta o entrevistado.

#### **•Sub-elemento 1.4: Comercialização do produto remanufaturado**

O público alvo da empresa, em relação aos produtos remanufaturados, conta com distribuidores de embreagens, que atendem frotistas.

O entrevistado relata que a empresa não possui outro tipo de relacionamento com o cliente, além da tradicional “compra e venda”. Além disto, notou-se que a empresa considera mais importante conscientizar e capacitar o seu cliente direto, ou seja, seu público alvo, sobre o que é o produto remanufaturado e seus benefícios, visto que o cliente final (usuários de ônibus, caminhões e de transporte agrícola), apenas necessitará da funcionalidade do produto. Por exemplo, as pessoas que utilizarem o ônibus para uma viagem desejarão que o ônibus complete o trajeto de forma segura e eficiente, não havendo questionamentos em relação à presença ou não de peças remanufaturadas no ônibus.

São disponibilizados serviços como manutenção, realizados por pessoas especializadas no produto. A empresa considera este fator como diferencial nos seus negócios, visto que, quando o cliente compra seu produto remanufaturado, junto com o produto, ele também está comprando seus serviços, já que ele contará com técnicos disponíveis quando necessitar de auxílio, reparo ou manutenção.

Ao ser questionado sobre a comercialização do remanufaturado, o entrevistado comentou que a empresa considera a venda de um produto remanufaturado uma venda técnica, já que a empresa disponibiliza técnicos para todas as regiões atendidas do Brasil (um total de doze técnicos), responsáveis pela assistência técnica destes produtos. É

importante ressaltar que estes técnicos são capacitados pela empresa Z e estão aptos a ministrar palestras e treinamentos técnicos exclusivos sobre os produtos comercializados.

Além disto, a empresa disponibiliza treinamentos e palestras sobre remanufatura e o produto remanufaturado para seus clientes, sendo que estes possuem abertura para conhecerem a fábrica e as Operações de Remanufatura.

A empresa Z relata não apresentar problemas em relação à baixa demanda por remanufaturados ou falta de credibilidade dos clientes.

#### **4.5.5 Elemento 2: Conhecimento e habilidades dos funcionários**

Os funcionários envolvidos com a Operação de remanufatura recebem qualificação e capacitação anualmente. Foi relatado que em torno de 50% das etapas da Operação de remanufatura são manuais (principalmente a etapa de montagem, que é 100% manual) e 50% ocorrem por meio de equipamentos. No setor de vendas, os funcionários também são qualificados, como mencionado no item acima.

Os funcionários dispõem de um manual composto por problemas, suas causas, bem como suas soluções, para cada produto que é remanufaturado. Este manual foi construído com base no tempo e experiência que a empresa possui sobre remanufatura.

#### **4.5.6 Elemento 3: Projeto para remanufatura**

Um benefício da empresa remanufaturar o produto que ela mesma manufatura é a possibilidade de desenvolver o produto pensando em facilitar seu reaproveitamento. A empresa em questão aproveita deste benefício, por meio do projeto para remanufatura durante o processo de desenvolvimento de produtos.

A empresa remanufatura uma elevada diversidade de produtos, porém este fato não está entre as principais barreiras enfrentadas pela empresa, visto que seus processos já estão padronizados.

#### **4.5.7 Elemento 4: Fluxo de informações no Sistema de Remanufatura**

Por ser o fabricante do produto (OEM), estão disponíveis informações sobre o desenvolvimento do produto. Inclusive, para otimizar a operação, são utilizados desenhos do produto durante sua



remanufatura. Portanto, a empresa conta com informações sobre o desenvolvimento e a produção do produto durante a remanufatura, mas não com informações sobre sua fase de uso, não havendo, portanto, rastreabilidade do mesmo.

Dificuldades de acompanhar o uso do produto são relatadas pelo entrevistado. No entanto, a empresa dispõe de ferramentas estatísticas que possibilitam conhecer a porcentagem de peças novas que serão necessárias na remanufatura do produto, de acordo com a quilometragem apresentada no produto usado.

Apesar de ser um fabricante original, a empresa Z não possui um fluxo de informações integrado sobre o Sistema de Remanufatura.

#### 4.6 ESTUDO DE CASO 4 – OEM REMANUFACTUREIRO

##### 4.6.1 Características da empresa

A empresa W é uma multinacional do setor automotivo, que remanufatura turboalimentadores para motores de carros. Apresenta 120.000 funcionários, sendo que sua unidade no Brasil possui 200 funcionários. A entrevistada é analista de Marketing e segundo a mesma, “um produto remanufaturado é aquele que é produzido pela segunda vez pela mesma empresa que o produziu pela primeira vez. Com todos os critérios de qualidade que existe em um produto novo e com garantia de fábrica”.

A entrevistada cita diferenças significativas entre o remanufaturado e recondicionado: “Um produto tem três funções básicas, aumento de potência, redução do consumo de combustível e redução da emissão de poluentes. O grande problema é que um produto recondicionado não tem nenhuma destas funções e sua vida útil é menor. Isso sem contar com o perigo de acidentes graves já que a carcaça quente do produto chega a atingir quase 1000° C e o rotor chega a mais de 270 rpm (rotações por minuto)”.

Os motivadores que levaram a empresa W a remanufaturar foram: a concorrência; a preocupação ambiental; e a oportunidade de ampliar a faixa de mercado.

##### 4.6.2 Elemento 1: Cadeia de Suprimentos Reversa

**• Sub-elemento      1.1:      Relacionamento      com  
fornecedores do produto usado**

Para a empresa W, uma das maiores barreiras para a remanufatura está associada com as incertezas sobre a quantidade e qualidade da matéria-prima (produtos usados) que retornam para a remanufatura. As empresas que reaproveitam o produto fabricado pela empresa W são muito ágeis em recolher estes produtos, o que influencia diretamente no número de produtos que serão remanufaturados. Além disto, a empresa W encontra dificuldade em recolher produtos usados em bom estado.

Em relação às incertezas referentes ao momento de retorno do produto usado, a empresa W está realizando um trabalho de conscientização do consumidor final, sobre a importância do produto voltar para fábrica após o fim da sua vida útil.

A empresa estudada possui em torno de 10 fornecedores de produtos usados e um relacionamento próximo com eles, sendo que estes são os próprios distribuidores que compram os produtos fabricados pela empresa W. Assim, não ocorre uma seleção de fornecedores de produtos usados. O fornecedor é o responsável pela coleta e entrega do produto usado para a empresa em estudo.

### **• Sub-elemento 1.2: Logística reversa**

Não existem pontos de estocagem antes da chegada da carcaça na fábrica. A empresa não realiza o transporte da carcaça para a fábrica, já que esta atividade é realizada pelo próprio fornecedor de matéria-prima. Nota-se que as atividades da Logística Reversa não fazem parte das competências centrais da empresa. Assim, a empresa W não arca com os custos provenientes da dispersão geográfica dos produtos.

### **• Sub-elemento 1.3: Operação de remanufatura**

O turboalimentador que a empresa W remanufatura contém três componentes básicos: a carcaça do compressor, carcaça da turbina e conjunto central. A empresa decide por remanufaturar o produto usado se todos os componentes ou dois deles não estiverem danificados.

As etapas, para a transformação do produto usado em produto remanufaturado, são todas realizadas pela empresa e ocorrem na seguinte seqüência: Inspeção, Triagem, Armazenamento, Transporte, Desmontagem, Limpeza, Reprocessamento e Estocagem. Dentre as etapas da Operação de remanufatura, a considerada mais complexa pela empresa é o reprocessamento. A etapa de inspeção ocorre somente de forma visual.

Em relação à garantia, para produtos remanufaturados são 6 meses e para produtos novos, a garantia é de um ano.

#### **•Sub-elemento 1.4: Comercialização do produto remanufaturado**

O público alvo da empresa são montadoras de veículos da linha pesada. No mercado de reposição, o público alvo da empresa conta com retíficas de motores, frotistas, oficinas independentes, lojas de autopeças, consumidor final (caminhoneiro) e outros. Com intuito de conscientizar o seu cliente sobre a qualidade do produto remanufaturado, a empresa W realiza treinamentos para os clientes dos seus distribuidores.

Os serviços que a empresa disponibiliza para os seus clientes são: SAC, treinamentos, assistência técnica com uma rede de mais de 200 postos espalhados pelo Brasil. Entretanto, a entrevistada comenta que a melhor estratégia para conquistar a credibilidade do cliente em relação ao remanufaturado é o Programa de Instalação Assegurada. Ao comprar o produto, o cliente ganha um selo que é colocado no certificado de garantia e qualquer problema que ocorrer com o seu produto no período de garantia, a empresa disponibilizará outro como cortesia.

A empresa usa como estratégias de marketing para promover o produto remanufaturado ao seu cliente:

- Preço inferior do remanufaturado comparado ao novo;
- Qualidade equivalente do produto remanufaturado quando comparado ao novo;
- Força da marca da empresa que remanufatura;
- Força da marca do fabricante original.

Como a empresa realiza apenas o marketing do produto remanufaturado, as questões relacionadas com a estruturação do canal de vendas para estes produtos não foram respondidas.

Foi relatado o desconhecimento de outras formas de comercialização do produto, como por exemplo, a abordagem do Sistema Produto-Serviço.

#### **4.6.3 Elemento 2: Conhecimento e habilidades dos funcionários**

Em relação à automatização do processo de remanufatura, a empresa considera que, na Operação de remanufatura, o trabalho é 50% humano e 50% realizado por meio de equipamentos.

Os funcionários passam pelos mesmos treinamentos, não importando se estes irão trabalhar na Operação de remanufatura ou na manufatura de produtos novos, o que pode levar a empresa a apresentar dificuldades, visto que a remanufatura apresenta especificidade no seu sistema que a diferencia da manufatura.

#### **4.6.4 Elemento 3: Projeto para remanufatura**

Um benefício da empresa remanufaturar o produto que ela mesma manufatura é a possibilidade de desenvolver o produto pensando em facilitar seu reaproveitamento. A empresa em questão aproveita deste benefício, por meio do projeto para remanufatura durante o processo de desenvolvimento de produtos. Em relação ao Projeto para Remanufatura, nenhuma barreira foi levantada.

#### **4.6.5 Elemento 4: Fluxo de informações no Sistema de Remanufatura**

Não existe a base de dados ou alguma forma de fluxo de informações sobre o produto, incluindo informações sobre sua pesquisa e desenvolvimento, produção pelo fabricante original e seu uso. Ou seja, não existe um fluxo de informações que integre o Sistema de Remanufatura.

A empresa possui contato restrito com os usuários e/ou informações sobre o produto durante seu primeiro ciclo de vida (fase de uso), sendo que o único contato que a empresa W tem com o cliente é quando ocorrem reclamações de garantia.

### **4.7 BARREIRAS IDENTIFICADAS NOS ESTUDOS DE CASO**

Uma análise dos estudos de casos descritos acima foi realizada, de acordo com relatos dos entrevistados, as respostas dos questionários e a percepção da autora durante as visitas às empresas. Nesta análise, foi possível perceber que, das 37 barreiras levantadas na literatura, 18 foram identificadas nos estudos de caso. Ou seja, cerca de 49% das barreiras levantadas em pesquisas sobre remanufatura também ocorrem nas empresas estudadas. São elas:

- Incertezas sobre a qualidade do produto usado;
- Incertezas sobre a quantidade do produto usado;

- Incertezas sobre quando o produto usado retornará para a remanufatura;

- As empresas possuem uma alta quantidade de fornecedores e os seleciona levando em consideração principalmente e, muitas vezes, somente as questões financeiras;

- Excesso de produtos usados esperando para serem remanufaturados, o que aumenta a necessidade de espaços;

- Dispersão geográfica dos produtos usados;

- Dificuldade e falta de precisão da etapa de inspeção;

- Baixa demanda por produtos remanufaturados;

- Baixa aceitação do consumidor;

- Incerteza dos clientes quanto à qualidade dos produtos remanufaturados, tornando-os desconfiados em adquiri-los;

- O canal de vendas para produtos remanufaturados é pouco estruturado e desenvolvido;

- Os funcionários, e muitas vezes a alta administração, não conhecem o verdadeiro significado da palavra “remanufatura”;

- Falta de habilidade dos funcionários;

- Elevada diversidade de produtos, o que dificulta a padronização dos processos da remanufatura;

- Falta de um fluxo de informações que integre o Sistema de Remanufatura;

- As informações sobre a lógica e sequência da montagem do produto, que auxiliaria na etapa de desmontagem, não estão disponíveis para o remanufatureiro;

- Informações necessárias para a remanufatura estão disponíveis muito tarde na cadeia;

- Falta de informações sobre o produto durante sua fase de uso.

Ainda, mais uma barreira foi citadas pelo entrevistado do estudo de caso 1, sendo ela:

- Ausência de normas e legislação para remanufatura;

#### 4.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS DESTE CAPÍTULO

O desenvolvimento deste capítulo resultou na caracterização do Sistema de Remanufatura nas empresas estudadas, sendo que foi

possível obter um cenário de como está a remanufatura no Brasil e de quais são as barreiras enfrentadas por estas empresas, principalmente no que diz respeito ao setor automotivo.

Apenas uma das empresas estudadas (empresa X) citou a existência de barreira adicional (ausência de normas e legislação para remanufatura), além daquelas identificadas na literatura. Esta barreira será então considerada na construção da ARA, no capítulo 5.

## **5 BARREIRAS PRINCIPAIS NA IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE REMANUFATURA**

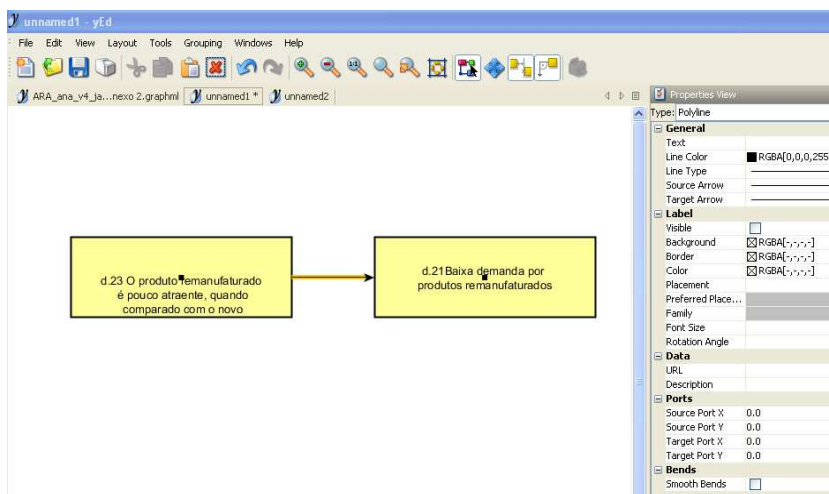
Por meio do capítulo 2 foi possível caracterizar os elementos do Sistema de Remanufatura e nos capítulos 3 e 4, identificar barreiras, inseridas nestes elementos, que dificultam a implementação do Sistema de Remanufatura, por meio de achados da literatura e de estudos de caso.

Entre estas barreiras, é possível perceber que existem relações de causa e efeito, ou seja, algumas destas barreiras são causa para a ocorrência de outras. Foi por isto que, para identificar quais são as barreiras principais na Implementação do Sistema de Remanufatura, foi escolhido o método da árvore da realidade atual (ARA). Este método, elaborado por Goldratt (2004), se baseia no raciocínio que grande parte das dificuldades organizacionais são dependentes entre si, existindo entre elas relações de causa e efeito.

As barreiras identificadas serão separadas em causas raízes e sintomas (efeitos). O presente capítulo identifica quais barreiras são problemas raiz na implementação deste sistema, para proporem diretrizes focadas para o que realmente é causa raiz na implementação do mesmo.

Optou-se pelo método da ARA, que auxilia na identificação do que é causa e do que é efeito, com intuito de entender a situação do Sistema de Remanufatura, no que diz respeito às suas barreiras, possibilitando uma visão geral desta situação e a identificação de quais barreiras causam a maioria das barreiras. Para desenhar a ARA, foi utilizada a ferramenta yED Graph Editor, um *software* livre. A seguir, é possível visualizar uma imagem deste *software*.

**Figura 6 - Imagem mostrando como funciona o software yEd**



Fonte: Software yEd (2009)

A seguir, o conceito e modo de utilização da ARA são expostos e a ARA construída.

Os problemas não são independentes uns dos outros, há fortes ligações de causa e efeito entre eles. Até que as ligações de causa e efeito estejam estabelecidas, não é possível ter um quadro suficientemente claro da situação. Assim, o primeiro passo é usar um método sistemático de construir a ARA, diagramando as relações de causa e efeito que ligam todos os problemas predominantes de uma situação. Depois de fazer isto, fica fácil perceber que não é preciso lidar com muitos problemas porque na raiz há apenas uma ou duas causas (GOLDRATT, 2004).

No decorrer deste capítulo, as barreiras serão consideradas efeitos, até que aquelas que são causas raiz sejam identificadas e passarão a ser denominadas “barreiras principais”.



## 5.1 CONCEITUAÇÃO DA ÁRVORE DA REALIDADE ATUAL (ARA)

A Teoria das Restrições (*TOC – Theory of Constraints*) é uma filosofia gerencial criada e desenvolvida pelo físico israelense Eliyahu M. Goldratt na década de 1980, a partir de uma ampliação dos princípios da OPT (*Optimized Production Technology*), e que traz subsídios para abordar as questões fundamentais na resolução de problemas ocasionados pelas mudanças de paradigma nas organizações e no mercado (NETO; ZUCHI, 2003).

Na década de 90, Goldratt, ampliando a TOC, desenvolve o Processo de Raciocínio (PR). Se a TOC é indicada para resolver restrições físicas (máquinas, recursos humanos, matéria-prima, demanda, etc.), o PR é utilizado para gerenciar restrições não-físicas (normas, procedimentos, práticas adotadas, etc.) que podem ocorrer em qualquer tipo de organização. Então, o PR pode ser definido como um processo de otimização contínua para as restrições não físicas (NETO; ZUCHI, 2003).

O Processo de Raciocínio tem como objetivo diagnosticar problemas, formular soluções e preparar planos de ação. Deste modo o Processo de Raciocínio busca responder a três questões básicas inerentes a qualquer tipo de organização (Goldratt, 1993), sendo elas: O que mudar? Para o que mudar? Como causar a mudança? (NETO; ZUCHI, 2003).

Para responder a estas perguntas, Goldratt (1995) desenvolveu um conjunto de cinco ferramentas baseadas no raciocínio lógico que são: Árvore da Realidade Atual (ARA); Diagrama de Dispersão de Nuvem (DDN); Árvore da Realidade Futura (ARF); Árvore de Pré-Requisitos (APR); e Árvore de Transição (AT). A ARA é uma ferramenta para saber o que mudar. (NETO; ZUCHI, 2003).

O primeiro dos processos de raciocínio, a ARA parte de dois pressupostos básicos. O primeiro é que um problema ou “efeito indesejável” (EI na linguagem da TOC) é geralmente um sintoma, um efeito resultante de uma causa raiz. Um princípio básico do Processo de Raciocínio é que a maioria dos problemas organizacionais são dependentes uns dos outros, existindo entre eles uma forte relação de causa-efeito. O segundo é que qualquer processo de otimização eficaz deve encontrar estes poucos elementos responsáveis pela maioria dos problemas com os quais a organização convive (RENTES; SOUZA, 1997).

A ARA é uma ferramenta de análise de problemas que permite examinar lógicas de causa e efeito de uma determinada situação e utilizada para que a organização descubra o que mudar (NETO; BORNIA, 2001).

Neste trabalho, o objetivo de elaborar a ARA é relacionar as barreiras levantadas (capítulo 3), procurando, a partir de uma relação de causa-efeito, identificar as causas raiz entre as barreiras. Sob o ponto de vista da Teoria das Restrições, a causa raiz é a restrição do sistema, o que precisa ser mudado. Deste modo, além de atuar no que realmente é causa, concentram-se esforços na direção da resolução da causa e não dos efeitos, pois estes podem ser atenuados, mas se a sua causa raiz não for eliminada, eles certamente voltarão (NETO; BORNIA, 2001).

É importante lembrar que cada método apresenta sua limitação. Para Kim, Mabin e Davies (2008), as duas principais limitações do método da ARA:

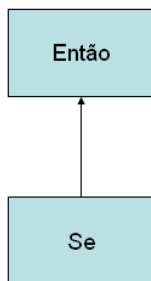
- A dificuldade dos gestores em aceitarem que existe um problema, especialmente se este problema está relacionado a práticas de gestão;
- A complexidade e a quantidade de tempo necessário para a construção da ARA.

## 5.2 APLICAÇÃO DA ARA

A aplicação da ARA inicia-se com a definição dos efeitos indesejáveis percebidos nas organizações. No presente trabalho, estes efeitos são as 43 barreiras levantadas na literatura e uma barreira citada nos estudos de caso.

A ARA baseia-se na relação-chave: “SE... ENTÃO...” Segundo Goldratt (1993), “SE a hipótese for verdadeira, ENTÃO logicamente deve também existir um outro fato” (NETO; BORNIA, 2001). Para Cox e Spencer (2002 apud NETO; ZUCHI, 2003), este tipo de conexão é chamada conexão simples e esta representada a seguir.

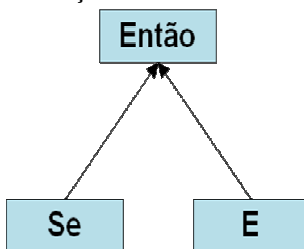
**Figura 7 - Lógica de uma relação causa e efeito – conexão simples**



Fonte: Neto; Zuchi (2003).

Ainda existe a conexão composta, que é representada por “SE... E... ENTÃO”. A figura a seguir demonstra como realizar a leitura de uma ARA, de baixo para cima, no caso da conexão composta (NETO; BORNIA, 2001).

**Figura 8 - Lógica de uma relação causa e efeito – conexão composta**



Fonte: Neto; Zuchi (2003).

Neste trabalho, serão usadas conexões simples, sendo que as etapas utilizadas para construir a ARA foram adaptadas das propostas de Rodrigues (1995 apud NETO; BORNIA, 2001) e Benedictis (2002). A seguir, está demonstrada uma visão geral destas etapas:

- **Etapla 1:** Listar os efeitos indesejáveis.
- **Etapla 2:** Construir a primeira versão da árvore de causa e efeito.
- **Etapla 3:** Conectar todos os efeitos.
- **Etapla 4:** Ler a árvore de baixo para cima (SE... ENTÃO...) e revisar os efeitos e ligações.
- **Etapla 5:** Identificar Causas Raízes.
- **Etapla 6:** Realizar a validação da árvore.

As etapas mostradas acima foram detalhadas, sendo que a seguir é possível observar como cada etapa foi realizada.

**Etapas 1:** Fazer uma lista dos efeitos indesejáveis, separados por classes. Neste caso, as barreiras são classificadas de acordo com cada elemento do Sistema de Remanufatura. Ao criar a lista de efeitos, é importante consolidar as informações obtidas, resumindo efeitos semelhantes.

No Quadro 5, é possível visualizar a lista de efeitos (barreiras levantadas no capítulo 3 e 4) utilizada na construção da ARA. Cada letra (antecedendo cada efeito) representa um elemento.

**Quadro 5 - Barreiras usadas como efeitos na construção da ARA**

<b>Relacionamento com fornecedores do produto usado</b>	
a1	Incertezas sobre a qualidade do produto usado;
a2	Incertezas sobre a quantidade do produto usado;
a3	Incertezas sobre quando o produto usado retornará para a remanufatura;
a4	As empresas possuem uma alta quantidade de fornecedores;
a5	As empresas selecionam seus fornecedores levando em consideração somente as questões financeiras;
a6	A empresa não possui um relacionamento estreito com o cliente final, quando este é o fornecedor;
a7	Custo elevado de retornos individuais do produto usado;
a8	O cliente, como fornecedor, recebe poucos incentivos para retornar o produto.
<b>Logística Reversa</b>	
b9	Excesso de produtos usados esperando para serem remanufaturados;
b10	Necessidade de espaço físico para armazenar produtos usados;
b11	Dispersão geográfica dos produtos usados;
b12	Transportar produtos até o ponto de estocagem ou para fábrica, para remanufatura, sendo que o produto não apresenta condições de ser reaproveitado;
b13	Logística reversa não estruturada;
b14	Produtos impróprios para remanufatura misturados com aqueles com potencial para remanufatura
<b>Operação de remanufatura</b>	
c15	Custo elevado da inspeção do produto usado;
c16	Falta de precisão da etapa de inspeção;

<p>c17 Variabilidade da etapa de limpeza;</p> <p>c18 Dificuldades na etapa de desmontagem;</p> <p>c19 Excesso de fixadores nos produtos;</p> <p>c20 Baixo valor agregado do produto e/ou suas partes que se pretende remanufaturar;</p>
<p><b>Comercialização do produto remanufaturado</b></p>
<p>d21 Baixa demanda por produtos remanufaturados;</p> <p>d22 Demanda instável para produtos remanufaturados;</p> <p>d23 O produto remanufaturado é pouco atraente, quando comparado com o novo;</p> <p>d24 Baixa aceitação do consumidor;</p> <p>d25 Incerteza dos clientes quanto à qualidade dos produtos remanufaturados;</p> <p>d26 Clientes são desconfiados em adquirir produtos remanufaturados;</p> <p>d27 O canal de vendas para produtos remanufaturados é pouco estruturado e desenvolvido;</p>
<p><b>Conhecimentos e habilidades dos funcionários</b></p>
<p>e28 Os funcionários, e muitas vezes a alta administração, não conhecem o verdadeiro significado da palavra “remanufatura”;</p> <p>e29 A dificuldade em padronizar os processos da remanufatura;</p> <p>e30 Alta variabilidade de componentes, partes e processo;</p> <p>e31/e32 Falta de habilidade dos funcionários para remanufatura;</p>
<p><b>Projeto para Remanufatura</b></p>
<p>f33 Elevada diversidade de produtos, o que dificulta a padronização dos processos da remanufatura;</p> <p>f34 Uso de grande variabilidade de materiais;</p> <p>f35 Uso de materiais pouco duráveis;</p>

- f36 Baixa remanufaturabilidade dos produtos;
- f37 Pouca preocupação em projetar para a remanufatura;
- f38 Tecnologia imatura dos produtos;
- f39 Design estético predomina em relação ao funcional.

### **Fluxo de informações no Sistema de Remanufatura**

- g40 Falta de um fluxo de informações que integre o Sistema de Remanufatura;
- g41 As informações sobre a lógica e seqüência da montagem do produto, que auxiliaria na etapa de desmontagem, não estão disponíveis para o remanufatureiro;
- g42 Informações necessárias para a remanufatura estão disponíveis muito tarde na cadeia;
- g43 Falta de informações sobre o produto durante sua fase de uso;
- g44 Poucas informações sobre os benefícios e a qualidade da remanufatura chegam ao cliente;

### **Barreira identificadas nos estudos de caso**

- h45 Ausência de normas e legislação para remanufatura.

Fonte: Autor (2009)

Nota-se que cada efeito apresenta uma letra e um número. A letra associa o efeito ao elemento em que ele está inserido e o número serve para ordenar os efeitos, o que não significa hierarquia entre os efeitos.

Observa-se que nesta lista alguns efeitos foram divididos, visto que dentro de um mesmo efeito não deve haver ligações de causa e efeito. É o caso, por exemplo, do efeito: “Dificuldades na etapa de desmontagem, principalmente devido ao excesso de fixadores nos produtos” foi dividido nos seguintes efeitos: “Dificuldades na etapa de desmontagem” e “Excesso de fixadores nos produtos”.

A ordem da frase de alguns efeitos também foi alterada, para facilitar as ligações de causa e efeito. Por exemplo, “Necessidade de estruturar a logística reversa” foi alterado para “Logística reversa não estruturada”.

“Necessidade de funcionários com múltiplas habilidades” e “Falta de habilidade dos funcionários” foram unidos, resultando no efeito “Falta de habilidade dos funcionários para a remanufatura”, já que estas habilidades estão relacionadas à necessidade de ter múltiplas habilidades. Isto explica porque este é o único efeito que apresenta duas letras e dois números (e31/ e32).

Além disto, o tempo verbal de algumas frases foi modificado, também com intuito de facilitar as ligações de causa e efeito. “Partes impróprias para remanufaturar podem bloquear o acesso àquelas com potencial para remanufatura” foi alterado para “Partes impróprias para remanufaturar bloqueiam o acesso a aquelas com potencial para remanufatura”.

Na lista de efeitos no Quadro 5, adaptada das barreiras listadas no capítulo 3, conta com 44 efeitos, lembrando que dois efeitos foram unidos, o que explica porque o último número é 45.

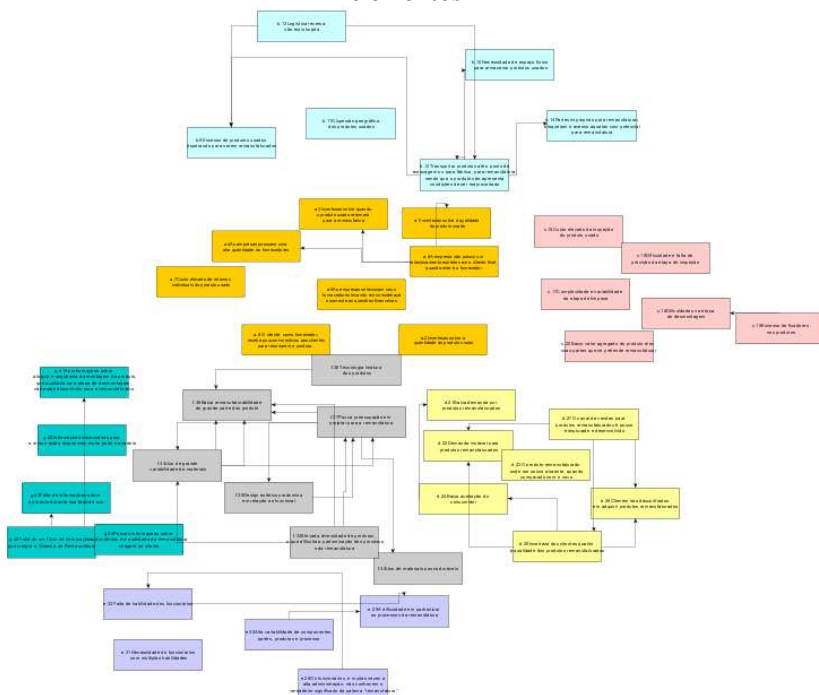
**Etapa 2:** Construir a primeira versão da árvore de causa e efeito. Para isto, é necessário inter-relacionar os efeitos (um a um) procurando relações de causa e efeito. É interessante começar conectando relações de causa e efeito, de maneira lógica, entre efeitos do mesmo elemento, além de criar novos efeitos para ligar partes que não possuem ligação direta. Para tanto, deve-se pensar na existência de causas mais profundas, que possam fazer conexões entre os fragmentos. Para facilitar a compreensão e a análise da ARA, deve-se classificar as diversas regiões da árvore de causa e efeito de acordo com a semelhança de entre os efeitos. Por exemplo, pode ser utilizada uma cor ou letra para



representar cada elemento ou sub-elemento. Foram utilizados ambos para a construção da ARA.

A seguir, é possível visualizar uma ilustração inicial da ARA, dando uma idéia geral de como foram realizadas as conexões iniciais na ARA, entre os efeitos de um mesmo elemento. Cada cor representa um elemento e todas as figuras que mostram a elaboração da ARA foram feitas no yEd.

**Figura 9 – Imagem das conexões iniciais entre efeitos dos mesmos elementos**

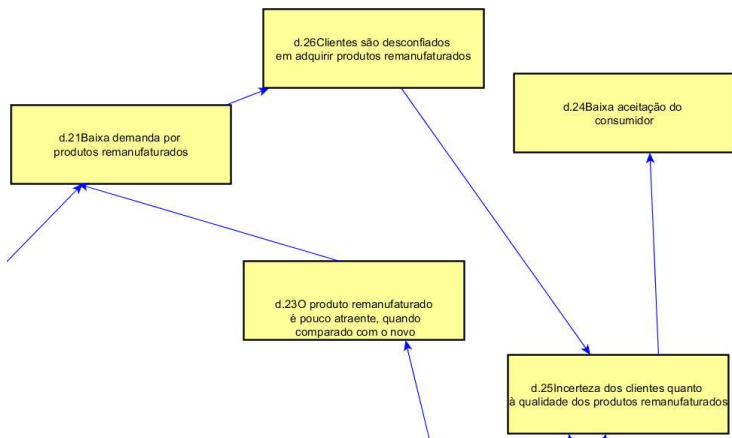


Fonte: Software yEd (2009)

Nas próximas figuras é mostrado, de forma mais detalhada, com iniciou-se a construção da ARA. As figuras abaixo, relativas aos elementos e sub-elementos “Comercialização do produto remanufaturado” (efeitos com a letra d), “Conhecimentos e habilidades dos funcionários (efeitos com a letra e), “Projeto para remanufatura (efeitos com a letra f) e “Fluxo de informações no Sistema de Remanufatura (efeitos com a letra g), foram utilizadas como exemplo

para mostrar como foram realizadas as conexões iniciais, quando foram testadas relações de causa e efeito entre efeitos do mesmo elemento.

**Figura 10 – Relações de causa e efeito do sub-elemento “Comercialização do produto remanufaturado”**

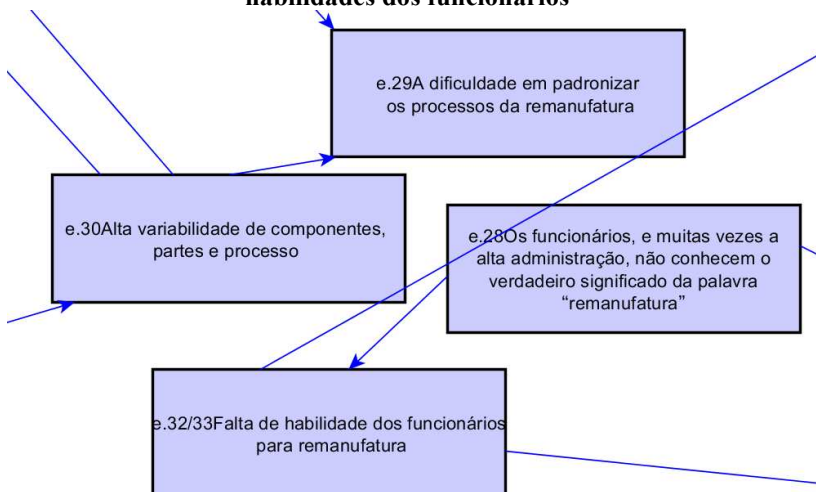


Fonte: Software yEd (2009)

Na Figura 10 é possível observar algumas relações que foram construídas, como: “Se os clientes estão desconfiados em adquirir produtos remanufaturados (d.26), então eles estão incertos quanto a qualidade destes produtos (d.25).

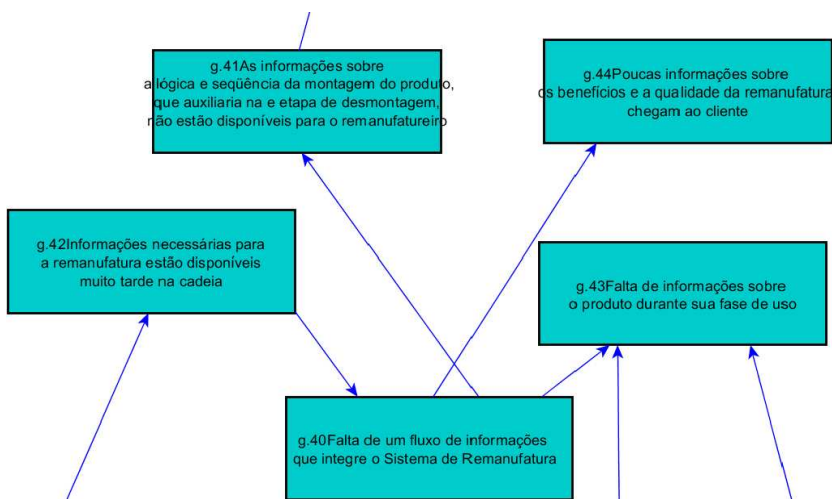
As três próximas figuras também mostram as relações dentro de um mesmo elemento.

**Figura 11 - Relações de causa e efeito do elemento “Conhecimentos e habilidades dos funcionários”**



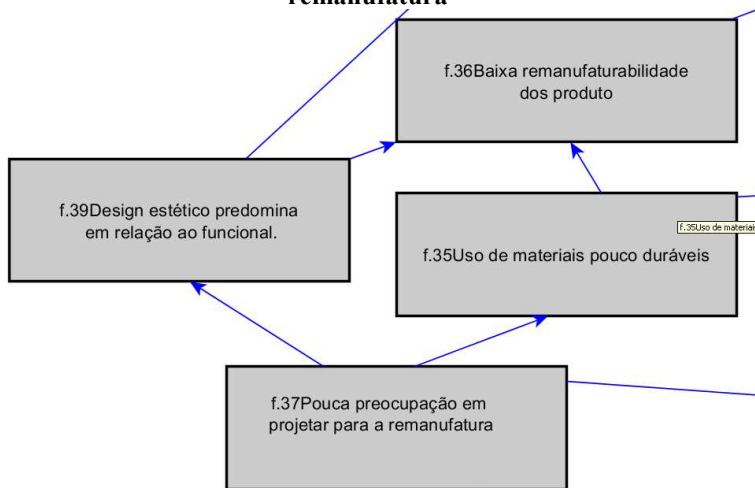
Fonte: Software yEd (2009)

**Figura 12 – Relações de causa e efeito do elemento “Fluxo de informações no Sistema de Remanufatura”**



Fonte: Software yEd (2009)

**Figura 13 – Relações de causa e efeito do elemento “Projeto para remanufatura”**



Fonte: Software yEd (2009)

**Etapa 3:** Conectar todos os efeitos desenvolvendo um processo detalhado de investigação.

Após realizar a conexão entre efeitos do mesmo elemento, foram buscadas conexões entre cada um dos efeitos dos diferentes elementos. Em alguns casos, percebeu-se que existiam relações de causa e efeito entre alguns efeitos, porém faltava uma conexão maior entre eles, o que levou a criação de mais quatro efeitos pela autora. São eles:

- i46 Produtos sem condições para remanufatura são transportados até a fábrica;
- i47 Produtos usados passam muito tempo armazenados ou em transporte;
- i48 Custo elevado do produto remanufaturado quando comparado com um novo;
- i49 Qualidade duvidosa do produto remanufaturado;
- i50 Complexidade e dificuldade na Operação de remanufatura.

**Etapa 4:** Ler a árvore de baixo para cima (Se → então...) e revisar a árvore, buscando efeitos que não possuam causas aparentes e retirar as entidades e ligações desnecessárias.

Após uma primeira leitura da ARA, foi possível perceber um excesso de ligações entre os efeitos, o que levou ao desligamento de algumas conexões, por não existir uma ligação clara de causa e efeito entre eles. Além disto, alguns efeitos foram retirados da ARA, por não apresentarem relação de causa e efeito com nenhum dos efeitos da lista e assim ficarem “soltos” na ARA. Isto pode ter ocorrido pois a causa ou efeito relacionada ao mesmo não encontrava-se na ARA, por não fazer parte das barreiras encontradas na literatura ou nos estudos de caso. Os efeitos retirados foram:

- a5 As empresas selecionam seus fornecedores levando em consideração somente as questões financeiras;
- d22 Demanda instável para produtos remanufaturados;
- f34 Uso de grande variabilidade de materiais;
- f38 Tecnologia imatura dos produtos.

Os novos efeitos foram adicionados com intuito de conectar efeitos e aumentar a lógica de raciocínio, que estão nos retângulos em roxo, são:

- i46 Produtos sem condições para remanufatura são transportados até a fábrica;
- i47 Produtos usados passam muito tempo armazenados ou em transporte;
- i48 Custo elevado do produto remanufaturado quando comparado com um novo;
- i49 Qualidade duvidosa do produto remanufaturado;
- i50 Complexidade e dificuldade na Operação de remanufatura.

A construção da ARA iniciou-se a partir de 44 efeitos. Como foram retirados quatro efeitos (a5, d22, f34, f38) e adicionados 5 novos efeitos (i46, i47, i48, i49, i50), o número de efeitos presentes na ARA final foi 45. A visualização completa da ARA pode ser vista no apêndice 2.

**Etapa 5:** Identificar Causas Raízes. A partir da construção da árvore de causa e efeito deve-se chegar a algumas causas raízes que são responsáveis pela maior parte dos problemas e situações indesejáveis e que, portanto, deverão ser objeto de análise para a elaboração de propostas de melhoria. A identificação dessas causas raízes ocorre por meio da observação da ARA obtida. Os retângulos que apenas levam a ocorrência de outros, ou seja, que não apresentam nenhuma seta chegando neles são aqueles considerados causas raiz. Estas, com o

contorno mais forte conforme verificado na figura do apêndice 2, estão localizadas na base da ARA e são:

- Barreira a4 = As empresas possuem uma alta quantidade de fornecedores;
- Barreira a6 = A empresa não possui um relacionamento estreito com o cliente final, quando este é o fornecedor;
- Barreira a8 = O cliente, como fornecedor, recebe poucos incentivos para retornar o produto;
- Barreira b11 = Dispersão geográfica dos produtos usados;
- Barreira e28 = Os funcionários, e muitas vezes a alta administração, não conhecem o verdadeiro significado da palavra “remanufatura”;
- Barreira f33 = Elevada diversidade de produtos;
- Barreira f37 = Pouca preocupação em projetar para a remanufatura;
- Barreira h45 = Ausência de normas e legislação para remanufatura.

**Etapas 6:** Após a construção da árvore de causa e efeito e a identificação de Causas Raízes é preciso realizar a sua validação por meio de especialistas. Esta etapa será mostrada no capítulo seguinte.

Para a seleção dos especialistas entrevistados foram definidos dois critérios, um obrigatório e outro desejável. O critério obrigatório é que o entrevistado tenha conhecimentos sobre remanufatura, e o desejável é ter experiência ou conhecimento na elaboração de ARAs. Após validar a ARA, são propostas diretrizes para eliminar as causas raiz finais.

### 5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DESTE CAPÍTULO

Por meio da revisão bibliográfica e dos estudos de caso, foram identificadas 44 barreiras na implementação do Sistema de remanufatura. Se a ferramenta da Árvore da Realidade Atual (ARA) não tivesse sido utilizada, haveria a necessidade de desenvolver uma grande quantidade de diretrizes, na tentativa de evitar a ocorrência de todas as barreiras identificadas. No entanto, muitos recursos e esforços seriam utilizados para minimizar barreiras que são efeitos e não causas.

É possível observar que barreiras relacionadas à “Operação de remanufatura” (barreiras relacionadas a letra “c”) e “Comercialização do produto remanufaturado” (barreiras relacionadas a letra “d”) não estão

entre as causas-raiz, o que mostra que são outras barreiras que contribuem para a ocorrência da maioria dos problemas relativos a estes sub-elementos. O mesmo pode ser afirmado no que diz respeito ao não aparecimento de barreiras do elemento “Fluxo de informações” (barreiras relacionadas a letra “g”) como causa raiz.

Das 44 barreiras utilizadas para a construção da ARA, oito foram identificadas como causas raiz. Isto favorece a canalização de recursos e esforços em ações que repercutirão na melhoria do Sistema de Remanufatura como um todo.

Para que melhorias sejam alcançadas, as causas a serem tratadas devem ser aquelas que realmente contribuem para a ocorrência dos efeitos. Desta forma, com intuito de aumentar a confiança nas informações geradas por meio da ARA, na próxima etapa deste trabalho a ARA construída será validada por especialistas, com conhecimentos sobre remanufatura.

## 6 VALIDAÇÃO DAS RELAÇÕES DE CAUSA E EFEITO

Após a elaboração da ARA, o próximo passo caracterizou-se pela escolha dos especialistas que validariam a árvore. Para tanto, foram selecionados professores e pesquisadores com experiência acadêmica no tema remanufatura, que avaliaram cada relação de causa e efeito elaborada no método da ARA, aumentando a confiabilidade dos resultados alcançados com este método.

### 6.1 VALIDAÇÃO POR ESPECIALISTAS

A escolha resultou em oito especialistas ligados a duas universidades brasileiras (UFSC e USP/EESC), que atuam em projetos ligados diretamente ao tema. Cada especialista foi convidado formalmente para participar da pesquisa e recebeu por via eletrônica a figura da ARA em pdf, uma planilha Excel com as relações causa e efeito a serem avaliadas (Apêndice 3) e uma carta explicativa (Apêndice 4) sobre o presente trabalho e sobre a validação. O currículo resumido dos especialistas é apresentado no quadro a seguir.

**Quadro 6 – Currículo Resumido dos Especialistas**

<b>Especialista</b>	<b>Currículo resumido</b>
Especialista 1	Possui graduação em Engenharia de Produção e Química pela UFScar (1997), mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental pela USP (2000) e doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (2005). Tem experiência na área de Engenharia e Gestão do Ciclo de Vida do Produto, atuando, principalmente, nos seguintes temas: adequação ambiental de empresas, ACV, gestão ambiental corporativo e de processos produtivos, avaliação de impactos ambientais, ecodesign, prevenção e redução de resíduos em processos produtivos e no final do ciclo de vida do produto.
Especialista 2	Graduação em Engenharia Mecânica pela USP (1980), mestrado em Engenharia Mecânica pela USP (1983) e doutorado em Sistematização da Produção no WZL RWTH Aachen (1988). Coordenador do Núcleo de Manufatura



	Avançada (NUMA) e do Grupo de Engenharia Integrada e Engenharia de Integração (GEI2) do NUMA. Vice-coordenador do Instituto Fábrica do Milênio (IFM). Trabalha atualmente na área de desenvolvimento de produtos e gestão do ciclo de vida de produtos (PLM).
Especialista 3	Engenheira Ambiental formada pela EESC/USP (2008), atualmente é aluna de doutorado em Engenharia da Produção na USP. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Engenharia do Produto, atuando principalmente nos seguintes temas: ecodesign, gestão do ciclo de vida de produtos (PLM), desenvolvimento de PSS (sistemas produto-serviço), modelos de maturidade, métodos de transformação e melhoria de processos no contexto da abordagem BPM (Business Process Management).
Especialista 4	Doutoranda em Engenharia de Produção na UFSC. Mestre em Engenharia de Produção pela UFSC. Foco da pesquisa: desenvolvimento enxuto de produtos e processos. Graduada em Engenharia de Produção pela Universidade de Santa Cruz do Sul (2004). Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Planejamento, Projeto e Controle de Sistemas de Produção, atuando principalmente nos seguintes temas: gestão e organização dos sistemas de produção, Lean Manufacturing.
Especialista 5	Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da UFSC. Possui graduação em Desenho Industrial pela Universidade Federal do Amazonas (1996) e mestrado em Engenharia de Produção pela UFSC (2004). Tem experiência na área de Desenho Industrial, com ênfase em desenvolvimento de produtos, gestão do design e ecodesign.
Especialista 6	Possui graduação em Engenharia Mecânica pela UFSC (1985), mestrado em Engenharia Mecânica pela UFSC (1989) e doutorado em

	Engenharia Mecânica pela UFSC (1994). Tem experiência na área de Engenharia Mecânica e de Produção, com ênfase em Desenvolvimento de Produto, atuando principalmente nos seguintes temas: gestão do processo de desenvolvimento de produto, desenvolvimento de máquinas, processo de projeto, novas tecnologias e modelagem de processos.
Especialista 7	Possui Graduação em Engenharia Ambiental pela Universidad Manuela Beltrán de Colômbia. Atualmente faz mestrado em Engenharia de Produção, na área de Engenharia do ciclo de vida (ECV) na EESC-USP. Tem experiência na área de Sistema de Gestão Ambiental, Estratégias de fim de vida de produtos (reciclagem, reparo, remanufatura).
Especialista 8	Possui graduação em Engenharia Mecânica pela UFPE (1992), mestrado em Engenharia Mecânica pela UFSC (1997) e doutorado em Engenharia Mecânica pela UFSC (2006). Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Desenvolvimento de Produto, atuando principalmente nos seguintes temas: processo de desenvolvimento de produtos, desenvolvimento de produtos, projeto conceitual, projeto colaborativo e gestão do desenvolvimento de produtos.

Fonte: Currículo lattes dos especialistas (2009)

Dos oito especialistas, sete fazem parte de um projeto colaborativo entre o Brasil e a Alemanha. Este projeto é financiado pela CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e pela Fundação Científica Alemã DFG - *Deutsche Forschungsgemeinschaft*, e é denominado "Iniciativa de Pesquisa Colaborativa entre Brasil e Alemanha em Manufatura" ou "*Brazilian German Collaborative Research Initiative in Manufacturing – BRAGECRIM*". Estão envolvidas no Bragecrim as seguintes universidades: a Universidade de São Paulo (USP/EESC), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Universidade Técnica de Berlim (TUB).

No apêndice 5 é possível visualizar as respostas dadas pelos especialistas à planilha encaminhada, sendo que as respostas foram sim ou não para cada relação construída na ARA.

## 6.2 ALTERAÇÕES SUGERIDAS PELOS ESPECIALISTAS

Para realizar alterações na ARA, de acordo com a avaliação dos especialistas, dois critérios foram usados:

- Resposta “não” para determinada relação, dada por mais de 50% dos especialistas;
- Sugestão de alteração, adição ou remoção de efeitos e/ou relações, já que foi deixada uma coluna para que os especialistas deixassem suas contribuições.

Uma das sugestões dadas pelos especialistas foi a reformulação de algumas frases, para uma melhor compreensão de alguns efeitos. Os efeitos já reformulados encontram-se abaixo:

- a1 Incertezas sobre a qualidade do produto usado que retorna para ser remanufaturado;
- a2 Incertezas sobre a quantidade do produto usado que retorna para ser remanufaturado;
- g43 Falta de informações da empresa sobre o produto durante sua fase de uso;
- c19 Alta variabilidade de elementos de fixação nos produtos;
- i49 Dificuldade em assegurar a qualidade do produto remanufaturado;
  
- g42 O fluxo de informações na remanufatura não é eficiente;
- g40 Falta de um fluxo de informações no Sistema de Remanufatura;
- i47 Produtos usados passam tempo desnecessário armazenados ou em transporte;
- b14 Partes impróprias para remanufatura atrapalham o acesso àquelas com potencial para remanufatura;
- e32/33 Falta de habilidade e capacitação dos funcionários para remanufatura.

Além disto, o efeito b.12 “Transporte de produtos até o ponto de estocagem ou para fábrica, para remanufatura, sendo que o produto não apresenta condições de ser reaproveitado e o efeito” foi eliminado, visto que os especialistas identificaram que o efeito citado é sinônimo do

efeito h.49 “Produtos sem condições para remanufatura são transportados até a fábrica”, que permaneceu na ARA. Também foi sugerida a adição do seguinte efeito: i51 Clientes não sabem a diferença entre produtos remanufaturados e produtos usados.

A modificação de relações (alteração de ordem, remoção ou adição) foi feita diretamente na ARA. A versão final validada da ARA encontra-se no apêndice 6. Cinco relações foram acrescentadas e podem ser vistas nas linhas em vermelho. Quatro relações foram removidas e outras três foram invertidas, que estão representadas pelas linhas em preto.

Depois de realizada algumas modificações, o efeito a.4 “As empresas possuem uma alta quantidade de fornecedores” ficou sem relação com nenhum outro efeito. Decidiu-se então por remover este efeito.

Outro efeito que também foi retirado da ARA é f.39 “Design estético predomina em relação ao funcional”. Os comentários dos especialistas apresentam os mesmos direcionamentos, ao concordarem que estética e funcionalidade não são excludentes. “Um produto pode ter a estética como prioridade e mesmo assim favorecer o aspecto funcional. O aspecto estético pode inclusive contribuir para o aspecto funcional”, comenta um dos especialistas. “Pode-se conseguir estética com funcionalidade, eles não são excludentes”, comenta outro especialista. Outro especialista acrescenta: “O fato da questão estética estar sendo tratada de forma inadequada, pode prejudicar a questão funcional e isto pode ocorrer devido a deficiências no projeto do produto”. Este fato pode estar relacionado a pouca preocupação em projetar para remanufatura, que é uma das barreiras consideradas.

Removidos os efeitos a.4 e f.39, conseqüentemente foram removidas as ligações de causa e efeito que relacionavam estes efeitos a outros na ARA. Finalmente, pode-se então chegar as causas raiz que dificultam a implementação do Sistema de Remanufatura. São elas:

- Barreira a6 = A empresa não possui um relacionamento estreito com o cliente final, quando este é o fornecedor;
- Barreira b11 = Dispersão geográfica dos produtos usados;
- Barreira b13 = Logística reversa não estruturada;
- Barreira e28 = Os funcionários, e muitas vezes a alta administração, não conhecem o verdadeiro significado da palavra “remanufatura”;
- Barreira f33 = Elevada diversidade de produtos;

- Barreira f37= Pouca preocupação em projetar para a remanufatura;
- Barreira h45 = Ausência de normas e legislação para remanufatura.

### 6.3 SELEÇÃO DE CAUSAS RAIZ A SEREM ATACADAS

Das sete causas raiz mostradas anteriormente, para três delas não serão levantadas diretrizes, pois são causas que não estão no controle da empresa remanufatureira ou então vão muito além da implementação do Sistema de Remanufatura, sendo consideradas dimensões que estão fora do escopo do trabalho. As três causas que não serão tratadas são:

- Barreira b11 = Dispersão geográfica dos produtos usados;
- Barreira f33 = Elevada diversidade de produtos;
- Barreira h45 = Ausência de normas e legislação para remanufatura.

Portanto, serão elaboradas diretrizes para as quatro barreiras a seguir:

- Barreira a6 = A empresa não possui um relacionamento estreito com o cliente final, quando este é o fornecedor;
- Barreira b13 = Logística reversa não estruturada;
- Barreira e28 = Os funcionários, e muitas vezes a alta administração, não conhecem o verdadeiro significado da palavra “remanufatura”;
- Barreira f37= Pouca preocupação em projetar para a remanufatura.

### 6.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DESTE CAPÍTULO

Após a validação dos especialistas, um dos efeitos passou a ser considerado causa raiz (b.13 Logística reversa não estruturada) e duas barreiras que estavam como causas raiz e passaram a ser efeitos (a.4 As empresas possuem uma alta quantidade de fornecedores; a.8 O cliente, como fornecedor, recebe poucos incentivos para retornar o produto).

Isto ocorreu pois, na validação, percebeu-se que a barreira b.13 era causa de outras barreiras e não efeito de nenhuma das causas listadas. O contrário ocorreu com as barreiras a.4 e a.8, que antes da validação estavam como causas de outras barreiras e depois, devido às alterações, foram encontradas causas que levavam a ocorrência destas, que passaram então a ser consideradas efeitos.

Por meio do método da ARA foi possível estabelecer relações de causa e efeito e identificar quais barreiras podem ser consideradas causas na ocorrência de outras. Após isso, ainda foi realizada a avaliação por especialistas, objetivo do presente capítulo, para que realmente fossem confirmadas ou não as causas identificadas inicialmente na ARA, além de atribuir maior credibilidade às informações resultantes.

Percebe-se então que a identificação das causas raiz passou por dois filtros: primeiro com a construção da ARA para identificá-los, segundo por meio da validação, confirmando quais seriam as causas raiz

Na ARA validada pelos especialistas, é possível contar um total de 43 retângulos, sendo sete causas raiz e 36 efeitos. Das sete causas raiz identificadas, ao final da construção e validação da ARA, serão elaboradas diretrizes para evitar a ocorrência de quatro delas, que direta ou indiretamente contribuem para a ocorrência de 35 dos 36 efeitos presentes na ARA, conforme mostrado no apêndice 7. Os retângulos que estão em branco mostram os 35 efeitos atingidos.

Portanto, serão elaboração diretrizes possíveis de serem aplicadas pelas empresas e focadas no que realmente são as causas da maioria das barreiras na implementação do Sistema de Remanufatura, possibilitando que as organizações direcionem seus recursos na solução das barreiras principais.

## CAPÍTULO 7. DIRETRIZES PARA BARREIRAS PRINCIPAIS

As diretrizes propostas nesta etapa do trabalho visam evitar a ocorrência das barreiras identificadas como causas raízes no capítulo 5. Relembrando, as causas raiz são denominadas e consideradas como “barreiras principais”.

As diretrizes foram buscadas na literatura, por meio de revisão bibliográfica, e nos estudos de caso realizados. Em ambos, foram pesquisadas diretrizes usadas para contornar problemas relacionados com cada barreira principal.

As diretrizes elaboradas para as barreiras principais estão listadas no quadro a seguir.

**Quadro 7 - Barreiras principais e diretrizes relacionadas**

<b>Barreira a6 - A empresa não possui um relacionamento estreito com o cliente final, quando este é o fornecedor (cliente-fornecedor)</b>	
DIRETRIZ 1	Manter contato com o cliente durante a fase de uso
DIRETRIZ 2	Delinear ações para alcançar um relacionamento de sucesso com o cliente-fornecedor
DIRETRIZ 3	Aumentar a colaboração com outros atores da cadeia de suprimentos
DIRETRIZ 4	Definir e implementar um tipo de relacionamento com o cliente-fornecedor que seja mais adequado com a estratégia da empresa

DIRETRIZ 5	Aumentar o controle da empresa sobre o produto nas diversas fases do seu ciclo de vida
<b>Barreira b.13 - Logística reversa não estruturada</b>	
DIRETRIZ 1	Desenvolver infra-estrutura para a LR
DIRETRIZ 2	Controlar a qualidade de produtos usados por meio de uma pré-inspeção
DIRETRIZ 3	Utilizar os canais diretos para a Logística reversa
DIRETRIZ 4	Aumentar os pontos de estocagem e/ou centros de retorno
DIRETRIZ 5	Projetar o produto pensando nas etapas da LR
<b>Barreira e28 - Os funcionários, e muitas vezes a alta administração, não conhecem o verdadeiro significado da palavra “remanufatura”</b>	



DIRETRIZ 1	Aumentar a participação dos funcionários na remanufatura, estimulando projetos pessoais
DIRETRIZ 2	Qualificar pessoal envolvido com o Sistema de Remanufatura
DIRETRIZ 3	Aumentar a conexão entre as empresas e os pesquisadores que estudam remanufatura
DIRETRIZ 4	Compartilhar o local e equipes de manufatura e remanufatura, no caso de fabricantes originais que remanufaturam seus produtos
DIRETRIZ 5	Criar forma de transferência das experiências e conhecimentos entre as pessoas envolvidas com remanufatura
<b>Barreira f37 - Pouca preocupação em projetar para a remanufatura</b>	
DIRETRIZ 1	Considerar o Projeto para remanufatura no âmbito de negócios e de projeto de produto
DIRETRIZ 2	Incluir abordagens para facilitar a remanufatura

DIRETRIZ 3	Utilizar ferramentas e métodos para decidir quais características o produto deve ter para facilitar a remanufatura
DIRETRIZ 4	Implementar práticas de ecodesign para facilitar a remanufatura do produto
DIRETRIZ 5	Realizar a engenharia reversa dos produtos

Fonte: Autor (2009)

A seguir, são detalhadas cada uma das diretrizes citadas acima.

#### 7.1 BARREIRA A6 - A EMPRESA NÃO POSSUI UM RELACIONAMENTO ESTREITO COM O CLIENTE FINAL, QUANDO ESTE É O FORNECEDOR (CLIENTE-FORNECEDOR)

Na pesquisa realizada por Sundin (2008), o autor conclui que a relação que o remanufatureiro tem com seu fornecedor de produtos usados (neste caso, o cliente) é um aspecto de grande importância para a efetividade do Sistema de Remanufatura, o que concorda com Östlin (2008). O cliente, quando atua como fornecedor do produto usado, será denominado neste trabalho de cliente-fornecedor.

Relacionamentos próximos com os clientes-fornecedores proporcionam à empresa maior acesso e conhecimento sobre as suas necessidades como cliente final e aumenta a confiança entre ambos. Isto requer comprometimento por parte da empresa, pode ser muito compensador para ambas as partes e indiretamente gerar uma fonte de renda adicional, fato interessante para as empresas que buscam outras oportunidades de lucratividade (JACOBSSON, 2000).

##### **DIRETRIZ 1 - Manter contato com o cliente durante a fase de uso**

Um relacionamento mais estreito com o cliente aumenta as informações que são disponibilizadas para a empresa remanufatureira

sobre a quantidade, qualidade e o momento de retorno dos produtos, barreiras tão percebidas pelas empresas, principalmente se a empresa mantém contato com este cliente na fase de uso do produto. Além disto, facilita equilibrar o balanço de produtos possíveis de serem remanufaturados com a demanda por produtos remanufaturados. (ÖSTLIN, SUNDIN E BJORKMAN, 2009).

Uma forma de aumentar o contato com o cliente durante a fase de uso é oferecer serviços como manutenções e assistência técnica é por meio da abordagem do Sistema Produto-Serviço (PSS). O PSS também aumenta o contato que a empresa (OEM) tem com o cliente, ampliando a quantidade de informações que esta pode ter em relação ao produto durante sua fase de uso e sob suas condições na fase pós-consumo.

A abordagem do PSS dá ao fabricante uma nova noção de propriedade, já que este deve responsabilizar-se pelo uso e descarte do produto (WILLIAMS, 2006). Isto significa a mudança do foco na produção e consumo de produtos para um foco em serviços, o que substitui as formas mais tradicionais de produção e aumenta a possibilidade de oferecer um sistema de solução mais desmaterializado (MONT, 2000). PSS estende a tradicional entrega de uma funcionalidade de um produto ao incorporar serviços adicionais.

O uso do PSS pode aumentar o contato com o cliente e assim aumentar a coleta de informações sobre o produto e seu uso, o que pode auxiliar no levantamento de melhorias nos parâmetros de desempenho do produto/serviço (BAINES, 2007). Mont (2002) acrescenta outro benefício de desenvolver um PSS como sendo a melhoria nas relações com os clientes, devido ao maior contato e fluxo de informações sobre as preferências dos mesmos.

Sundin (2008) afirma que o tipo de relacionamento entre o produtor e o cliente em um PSS tem um alto impacto no sucesso do processo de remanufatura e conclui que produtos vendidos como parte de um PSS têm grande potencial para planejar eficientemente as Operações de remanufatura e de alcançar mais informações sobre os produtos que serão remanufaturados.

Nos estudos de caso realizados neste trabalho, notou-se que nenhuma das quatro empresas conhece o significado do termo “Sistema Produto-Serviço”.

No entanto, apesar do desconhecimento do termo, a empresa Z comentou que disponibiliza serviços como manutenção e pessoas especializadas no produto. De acordo com o entrevistado, este é fator diferencial nos negócios da empresa, visto que, quando o cliente compra

seu produto remanufaturado, junto com o produto, ele também está comprando seus serviços, já que ele contará com técnicos disponíveis quando necessitar de auxílio, reparo ou manutenção. Quando explicado o termo, o entrevistado comentou “vendemos o produto remanufaturado, mais o serviço, ou seja, vendemos o desempenho e isto aumenta a credibilidade da marca”.

É possível encontrar conceitos, definições e classificações sobre a abordagem PSS em trabalhos de autores como Goedkoop et al. (1999) e Tukker (2004) e Tischner (2006).

### **DIRETRIZ 2 - Delinear ações para alcançar um relacionamento de sucesso com o cliente-fornecedor**

Algumas das características mais importantes para um relacionamento de sucesso são: cooperação, comprometimento, confiança, consistência e compromisso de longo prazo (GUMMESSON, 1994 apud ÖSTLIN, SUNDIN E BJORKMAN, 2009). Participação, integração e conectividade são palavras-chave na criação e na manutenção de um relacionamento de longo prazo entre empresas e clientes (DOMINGUEZ, 2000).

### **DIRETRIZ 3 - Aumentar a colaboração com outros atores da cadeia de suprimentos**

Algumas empresas lidam com a ampla dispersão geográfica dos produtos usados, tornando o recolhimento desses produtos difícil e caro para a empresa remanufatureira. Para contornar esta situação, a empresa pode estabelecer uma cooperação com outros atores ao longo da cadeia de suprimentos, para facilitar a coleta (JACOBSSON, 2000).

Portanto, é possível adquirir fornecedores intermediários, que façam esta ligação entre o cliente (fornecedor primário) e a empresa remanufatureira. Assim, elementos de cooperação e *outsourcing* com outros atores podem ser partes da estratégia adotada pela empresa (JACOBSSON, 2000). Estabelecer cooperação com outros atores da cadeia de suprimentos pode aumentar a eficiência no retorno do produto, contribuindo assim para melhorar a efetividade do Sistema de Remanufatura. No entanto, é importante que este ator intermediário, que apresenta maior proximidade com o cliente, mantenha relações de confiança com o mesmo.

Este é o caso das quatro empresas estudadas neste trabalho. Todas elas terceirizam as atividades relacionadas com o recolhimento do produto usado, bem como com a logística reversa.

#### **DIRETRIZ 4 - Definir e implementar um tipo de relacionamento com o cliente-fornecedor que seja mais adequado com a estratégia da empresa**

No estudo de Östlin, Sundin e Bjorkman, (2009) foram identificados e descritos sete tipos de relacionamentos empresa/cliente-fornecedor, bem como as vantagens e desvantagens de cada um. Segundo esses autores, é papel das empresas optar e implementar um tipo de relacionamento de seja mais adequado com a estratégia de ação. O relacionamento pode ser:

- Baseado na propriedade. A empresa é proprietária do produto, que fica sendo operado pelo cliente por um período de tempo. Exemplo: aluguel, oferta produto-serviço e *leasing*. Neste caso, a empresa apresenta um alto controle sob o produto e o mesmo é regulado por contratos.
- Contrato de serviço. É baseado no contrato de serviços entre a empresa e o cliente, como por exemplo, realizar a manutenção.
- Ordem direta. O cliente retorna o produto usado para a remanufatureiro, o produto é remanufaturado e o cliente readquire o mesmo produto.
- Baseado no depósito. Este tipo de relacionamento é comum na indústria automobilística. Quando o cliente compra um produto remanufaturado, ele é obrigado a retornar um produto similar usado, sendo assim o fornecedor direto do remanufatureiro.
- Baseado no crédito. O cliente recebe um número de créditos ao retornar um produto usado, que pode ser usado como descontos ao comprar um produto remanufaturado.
- Compra de volta. O remanufatureiro compra o produto usado de um fornecedor, que pode ser o cliente ou um revendedor, por exemplo.
- Baseada na atitude voluntária. Um fornecedor, que pode ou não ser o cliente, dá o produto usado ao remanufatureiro.

Dentre os diferentes tipos de relacionamentos, os baseados em propriedade e contrato de serviço apresentam o maior controle sobre os produtos e posição mais favorável na obtenção de informações sobre o produto. O maior grau de controle por meio de informações pode diminuir a incerteza sobre o nível de qualidade do produto usado. Estas

informações, combinadas com os contratos detalhados sobre sua duração e o momento do retorno, fazem com que o remanufatureiro também seja capaz de prever o momento de retorno e quantidade de produto usado que retornará (ÖSTLIN; SUNDIN; BJORKMAN, 2009).

Os autores citados acima afirmam que nem todos os tipos de relacionamentos apresentados acima são adequados para todo tipo de empresa. A maioria deles é mais adequada a ser utilizada pelo remanufatureiro OEM. Outra questão importante é que estes tipos de relacionamento não costumam ser usados individualmente, já que algumas dessas relações se complementam, sendo então usadas simultaneamente.

Ainda, Östlin, Sundin e Bjorkman (2009) observam em seu estudo que os relacionamentos do tipo “Compra de volta” estão presentes na maioria das empresas envolvidas com remanufatura, embora este tipo de relacionamento não seja o mais usado como maior fonte de retorno dos produtos usados. Para o remanufatureiro OEM, os produtos usados que retornam por meio deste tipo de relacionamento também servem para outras questões estratégicas.

Por exemplo, a compra de um produto tanto pode fornecer uma oportunidade de reaproveitamento e posterior venda do mesmo, bem como evitar que os produtos usados sejam reaproveitados e vendidos por remanufatureiros independentes (SUNDIN; BRAS, 2005).

#### **DIRETRIZ 5 - Aumentar o controle da empresa sobre o produto nas diversas fases do seu ciclo de vida**

A capacidade de adaptação de um tipo específico de relacionamento depende de múltiplos fatores. Questões como o tipo de produto e o interesse do cliente em ter um relacionamento irão influenciar o sucesso de um tipo específico de relacionamento (ÖSTLIN; SUNDIN; BJORKMAN, 2009).

Especialmente no caso que o remanufatureiro é o fabricante original do produto (remanufatureiro OEM). Existem algumas opções adicionais no que diz respeito ao relacionamento deste com o cliente-fornecedor, devido à possibilidade de vender o produto novo e continuar o contato com o cliente durante a fase de uso do produto ou então a venda da funcionalidade do produto sem transferência da posse. Esta abordagem é conhecida como responsabilidade estendida do produtor (REP). Segundo Lindhqvist (2000), a REP promove a redução de impactos ambientais e aumenta o comprometimento dos fabricantes por

seus produtos ao longo do ciclo de vida, especialmente na fase de pós-consumo.

Por meio da abordagem REP, a empresa manterá um maior controle sobre o produto e poderá planejar as atividades do Sistema de Remanufatura com maior exatidão. Outras vantagens de estender a propriedade do produto são: alternativa de manter o produto e aumentar sua vida útil; oportunidade do OEM criar um relacionamento de confiança com o cliente, o que pode torná-lo mais fiel e aumentar as compras realizadas por ele (JACOBSSON, 2000).

De acordo com estudos de caso realizados por Jacobsson (2000), a noção de estender a propriedade do produtor durante todo o seu ciclo de vida parece dominar as opções de como consolidar o fluxo de retorno. De acordo com esse autor, algumas das vantagens da REP para o remanufatureiro OEM são:

- Prover um caminho definitivo e certo da volta do produto usado;
- Permitir o acompanhamento de onde os produtos estão alocados e, deste modo, prover uma coleta adequada para cada tipo de produto e localidade, planejando assim as etapas da logística reversa;
- Disponibilizar informação sobre qual produto está para ser recolhido. Assim, o OEM pode planejar a Operação de remanufatura;
- Dificultar que outros tipos de remanufatureiros recolham e reaproveitem o produto, já que estes continuam como propriedade do OEM, sendo este o responsável por recapturar o valor remanescente no produto;
- Facilitar o relacionamento mais próximo com o cliente;
- Permitir ao OEM desempenhar serviços e manutenção nos produtos durante todo o seu ciclo de vida, o que aumenta o conhecimento que este tem sobre as condições de reaproveitamento do produto, evitando que produtos sem condições de ser remanufaturados cheguem às operações de remanufatura.

Além disto, a implementação da abordagem Sistema Produto-Serviço também aumenta o controle que o OEM tem sob o produto, como já foi descrito anteriormente.

## 7.2 BARREIRA B13 – LOGISTICA REVERSA NÃO ESTRUTURADA

Logística reversa significa tratar e gerenciar produtos que já foram utilizados, reincorporando-os ao ciclo dos negócios por meio de opções de reaproveitamento, como a remanufatura. (KOPICKI et al, 1993 apud LEITE et al, 2006; GIUNTINI; GAUDETTE, 2003).

Nos quatro estudos de caso realizados constatou-se que as empresas remanufatureiras terceirizam as atividades relacionadas com o retorno do produto. Apesar desta barreira não ter sido mencionada nos estudos de caso, é uma das mais citadas na literatura.

As diretrizes para contornar esta barreira estão descritas abaixo.

### **DIRETRIZ 1 - Desenvolver infra-estrutura para a LR**

Da mesma forma que no processo logístico direto, a implementação de processos logísticos reversos requer a definição de uma infra-estrutura logística adequada para lidar com os fluxos de entrada de produtos usados. Instalações de armazenagem e sistemas de transporte devem ser desenvolvidas para lidar de forma eficiente com o produto, desde os pontos de consumo onde os produtos usados são coletados até as instalações onde serão remanufaturados (LACERDA, 2004). Algumas ações que devem ser tomadas para desenvolver a infra-estrutura para LR são:

- Alocar recursos necessários e adequados para as atividades da LR (LACERDA, 2004; STOCK, 2001).
- Desenvolver e implementar sistemas de avaliação para acompanhar o desempenho das atividades da LR (STOCK, 2001).
- Padronizar e mapear processos relacionados com a LR para se obter controle e conseguir melhorias (LACERDA, 2004; STOCK, 2001).
- Desenvolver procedimentos claros e atualizados para a logística reversa (LACERDA, 2004).

### **DIRETRIZ 2 - Controlar a qualidade de produtos usados por meio de uma pré-inspeção**

No início do processo de logística reversa é preciso identificar corretamente o estado dos produtos que retornam para que estes possam seguir o fluxo reverso ou, quando necessário, impedir que produtos sem condições de ser remanufaturado, que não devam entrar no fluxo, o



façam, gerando custos desnecessários (LACERDA, 2004; PIRES, 2007).

Assim, controlar a qualidade dos produtos usados evita posteriores retrabalhos. Uma forma eficiente para obter bons controles de entrada é por meio da experiência e treinamento de funcionários (LACERDA, 2004), para que os mesmos possam realizar uma pré-inspeção do produto usado e então determinar se o mesmo apresenta condições de ser reaproveitado, para seu destino ser decidido.

Concordando com a afirmação anterior, Ferrer e Whybark (2000) ressaltam a importância de realizar um “pré-julgamento” da remanufaturabilidade do produto antes deste ser selecionado para retornar pelo canal reverso.

### **DIRETRIZ 3 - Utilizar os canais diretos para a Logística reversa**

Sempre que possível, deve-se reverter o sistema de distribuição dos novos produtos, para o retorno dos produtos usados. No entanto, o uso da logística direta pelo canal reverso pode ser mais benéfico quando o remanufatureiro é o OEM, o que facilita o controle e a utilização da mesma estrutura usada para a logística normal (DAHER; SILVA; FONSECA, 2006).

A oportunidade de trabalhar com os princípios de integrar as operações de distribuição direta com a reversa, além do compartilhamento dos mesmos recursos físicos, como veículos e armazenamento, possibilita que veículos que realizaram a entrega de novos produtos possam voltar com produtos usados, evitando as “voltas vazias” (JACOBSSON, 2000).

Para Stock (2001), o compartilhamento de recursos entre as atividades da logística direta e reversa, como equipamentos, instalações e funcionários, resulta em sinergia, custos reduzidos e melhoria nos serviços prestados (PIRES, 2007).

### **DIRETRIZ 4 - Aumentar os pontos de estocagem e/ou centros de retorno**

Os pontos de estocagem, localizados entre o cliente e a empresa remanufatureira, são utilizados para armazenar os produtos usados até o momento que eles sejam requeridos para a Operação de remanufatura. Isto facilita o controle do retorno de produtos usados, inclusive daqueles dispersos geograficamente, já que o fluxo de produtos para ser

remanufaturado vai funcionar de acordo com o balanço entre produtos usados e a demanda do cliente (JACOBSSON, 2000).

No entanto, um ponto importante de ser gerenciado pela empresa é a questão dos possíveis desperdícios que possam ocorrer nos pontos de estocagem de produtos, onde estes podem ficar muito tempo armazenados, correndo o risco de depreciação. Para isto, a empresa remanufatureira pode contratar um ator intermediário para coletar os produtos de clientes em diferentes localidades e entregá-los nos pontos de estocagem, se responsabilizando somente pelo transporte do produto do ponto até sua empresa. Esta ação irá diminuir a necessidade de espaço na empresa para estocagem de produtos usados, os custos do retorno individual de produtos e a necessidade de gerenciar o estoque de produtos usados.

## DIRETRIZ 5 - Projetar o produto pensando nas etapas da LR

O trabalho realizado por Araujo et al (2009) relaciona estratégias de ecodesign com as etapas da Logística Reversa, buscando a otimização da LR e mostrando a importância de pensar nestas etapas durante as fases iniciais do desenvolvimento do produto.

O quadro a seguir apresenta propostas de como as estratégias de ecodesign podem contribuir para as atividades da LR, facilitando o processo de retorno do produto usado. Além disto, foram delineadas ações a serem tomadas durante o desenvolvimento do produto.

**Quadro 8 - Estratégias do ecodesign para as atividades de Logística Reversa**

<b>Etapas da Logística Reversa</b>	<b>Estratégias do ecodesign</b>	<b>Ações</b>
<b>Transporte</b>	Desenvolvimento de um novo conceito para o produto;  Otimização da distribuição.	- <b>Design de produtos com volume reduzido para fácil empilhamento, transporte e armazenagem:</b> Simplificação da forma, produtos e embalagens modulares que possam ser transportados desmontados para melhor aproveitamento do espaço em containeres; - Redução de peso dos produtos

		para reduzir o consumo de energia no transporte (combustíveis);
<b>Armazenagem</b>	Otimização da distribuição.	- <b>Embalagens e/ou produtos modulares:</b> Simplificação da forma e de fácil interação/encaixe/empilhamento e com fácil sistema de identificação (símbolos);
<b>Estoque</b>	Otimização da distribuição.	- <b>Embalagens e/ou produtos modulares:</b> Simplificação da forma e de fácil interação/encaixe/empilhamento e com fácil sistema de identificação (símbolos);
<b>Embalagem</b>	Otimização da distribuição;  Desenvolvimento de um novo conceito para o produto.	- <b>Modularidade e estandardização:</b> Simplificação da forma e de fácil interação/encaixe/empilhamento - Redução de volume e peso - Redução da quantidade e variedade de materiais - Seleção de materiais
<b>Manuseio</b>	Desenvolvimento de um novo conceito para o produto;  Processos de produção com redução do impacto ambiental.	- <b>Facilitar montagem e desmontagem:</b> Sistemas simplificados que, minimizar o uso de parafusos e eliminar partes coladas - <b>Projetar intercâmbio das peças:</b> As peças de diferentes materiais devem ser identificadas para separação, diminuir a quantidade de peças
<b>Produção</b>	Processos de produção com redução do impacto ambiental;	- <b>Reduzir processos de produção:</b> Simplificação da forma, redução do uso de diferentes materiais e processos produtivos - <b>Integrar o design do produto com os processos de fabricação</b>

	Desenvolvimento de um novo conceito para o produto.	<b>(processamento e montagem):</b> Redução de energia, - <b>Seleção de materiais:</b> redução do uso de diferentes materiais - <b>Agrupar funções:</b> redução de características com funções somente estéticas e desenvolvimento de produtos multifuncionais
<b>Suprimentos</b>	Redução do consumo de materiais diversos; Gestão dos resíduos; Redução do impacto ambiental durante a utilização; Desenvolvimento de um novo conceito para o produto.	- <b>Agrupar funções:</b> redução de características com funções somente estéticas e desenvolvimento de produtos multifuncionais - Simplificação da forma - Possibilidades incorporar no processo produtivo produtos do pós-uso ou seus materiais constitutivos na produção de novos artefatos.

Fonte: ARAUJO et al (2009)

Ao relacionar estratégias de ecodesign com as etapas da Logística Reversa, considerou-se também ações que favoreçam o reaproveitamento do produto, por meio de estratégias de fim de vida como a remanufatura. A pesquisa realizada por Araujo et al (2009) demonstra que as estratégias de ecodesign contribuem para as atividades da Logística Reversa, no sentido de retardar a degradação e obsolescência do produto e facilitar as atividades do ciclo fechado.

### 7.3 BARREIRA A28 – OS FUNCIONÁRIOS, E MUITAS VEZES A ALTA ADMINISTRAÇÃO, NÃO CONHECEM O VERDADEIRO SIGNIFICADO DA PALAVRA “REMANUFATURA”

Segundo Giuntini e Gaudette (2003), um dos motivos que leva a um modesto sucesso da remanufatura são os níveis insuficientes de habilidades e competências da mão-de-obra. Gray e Charter (2006)

concordam que há falta de pessoal qualificado para a remanufatura e ainda complementam que funcionários necessitam de experiência e *know-how* dos processos.

### **DIRETRIZ 1 - Aumentar a participação dos funcionários na remanufatura, estimulando projetos pessoais.**

Os funcionários que participam das práticas mais criativas de remanufatura, em que a tarefa foi formulada como um projeto pessoal, realizada pelo indivíduo, parecem ter maior satisfação no trabalho. Estimular projetos pessoais, para que os funcionários entendam o que é e como se faz remanufatura, sintam-se abertos para opinarem e contribuïrem com idéias e melhorem os processos associados à remanufatura é uma boa forma de qualificá-los (RRF, 2004).

O nível de capacitação dos funcionários varia de acordo com a atividade. De acordo com Hermansson e Sundin (2005), tanto mão-de-obra capacitada como não capacitada são necessárias. Inclusive, a mão de obra não qualificada pode ser mais fácil de ter o pensamento tradicional quebrado e contribuir com novas idéias.

Este fato concorda com a afirmação do gestor da empresa X, que comenta ser mais fácil capacitar funcionários sem conhecimento prévio sobre remanufatura, visto que aqueles que já têm experiência com remanufatura costumam apresentar alguns “vícios”.

### **DIRETRIZ 2 – Qualificar pessoal envolvido com o Sistema de Remanufatura**

Com intuito de aumentar os conhecimentos, habilidades e competências do pessoal envolvido com remanufatura, nota-se a importância de qualificá-los de acordo com as etapas e atividades que realizam no Sistema de Remanufatura. Desta forma, os próximos itens, que serão desdobramentos da Diretriz 2, mostrarão como se dá esta qualificação de acordo com as atividades executadas.

#### **DIRETRIZ 2.1 - Qualificar a alta administração, envolvida com o modelo de negócios**

Há necessidade de conhecimentos e habilidades para projetar o modelo de negócios para remanufatura. Os gestores devem entender e diferenciar os termos com “re”, como reciclagem, reuso, remanufatura e a remanufatura precisam ser incorporados no modelo de negócios (GRAY; CHARTER, 2006).

Além disto, o conhecimento sobre remanufatura deve se iniciar com a alta administração, para então se disseminar na organização de maneira correta e clara, para que a empresa seja gerenciada aproveitando-se das oportunidades e benefícios da remanufatura. Uma forma de ampliar os conhecimentos sobre remanufatura é por meio da realização de treinamentos (GRAY; CHARTER, 2006).

Também é necessário que os gestores se posicionem como líderes, para passarem confiança e motivação aos funcionários. Entrevistas com gestores de empresas de remanufatura e manufatura mostraram que a liderança necessária para gerenciar empresas de remanufatura não se difere das características de liderança necessária em empresas de manufatura (HERMANSSON; SUNDIN, 2005).

## **DIRETRIZ 2.2 - Qualificar as pessoas envolvidas com o Sistema de remanufatura, além da operação e do modelo de negócios**

As pessoas devem ser qualificadas para outras etapas da remanufatura além de sua operação, como para realizar o planejamento de produção e materiais, Projeto para remanufatura e questões financeiras (JACOBSSON, 2000). Estes são alguns dos pontos onde a remanufatura diverge da manufatura e as pessoas devem então ser treinadas para lidar com as peculiaridades.

## **DIRETRIZ 2.3 - Qualificar projetistas e engenheiros nas universidades para trabalhar com o Projeto para remanufatura**

O Projeto para remanufatura deve ser incorporado em cursos de graduação e pós-graduação tanto nas áreas de design de produtos como na engenharia. É necessário começar a capacitação do pessoal para o Projeto para remanufatura já a nível universitário, para que o conhecimento sobre o Projeto para remanufatura chegue a um nível tal que se torna inerente à prática dos projetistas (GRAY; CHARTER, 2006).

Embora os aspectos do tema "sustentabilidade" são cada vez mais ensinados e enfatizados como parte do currículo em universidades, isso ainda não está ocorrendo no que diz respeito a assuntos mais específicos como a remanufatura (GRAY; CHARTER, 2006). No caso do Brasil, assuntos específicos como a remanufatura não costumam ser tratado nas universidades. Portanto, criar disciplinas que englobem o Projeto para remanufatura nos currículos de design e engenharia auxiliaria a colocar profissionais no mercado com conhecimentos prévios sobre

remanufatura e mais preparados mais gerenciar negócios e projetos voltados a este tema.

Para os profissionais que já estão atuando no mercado e necessitam ou querem adquirir conhecimentos específicos sobre remanufatura, cursos de pós-graduação e especialização nas universidades ou mesmo palestras organizadas pelas próprias empresas podem suprir a falta destes conhecimentos.

#### **DIRETRIZ 2.4 - Estruturar área de vendas para realizar vendas técnicas**

Tanto a empresa X como a empresa Y levantaram como problema a falta de conhecimentos técnicos do pessoal de vendas. Uma das formas de aumentar os conhecimentos do pessoal de vendas sobre remanufatura é melhorar a comunicação entre a área de vendas e as outras áreas da empresa (HERMANSSON; SUNDIN, 2005). Isto levará a transferência de comunicação e possibilidade do pessoal de vendas esclarecerem dúvidas sobre o produto ou Operação de remanufatura quando necessário.

Ao contrário das empresas X e Y, a empresa Z possui um canal de vendas estruturado. Inclusive, o entrevistado da empresa Z relatou que considera a venda de um produto remanufaturado uma venda técnica. Esta é uma visão adequada a ser incorporada pelas pessoas envolvidas com a venda de produtos remanufaturados. O conhecimento técnico do produto se torna necessário para que as possíveis dúvidas e desconfiças dos clientes sejam resolvidas.

#### **DIRETRIZ 2.5 - Qualificar pessoas envolvidas na Operação de remanufatura**

- **Necessidade de habilidades específicas, como identificação, análise e triagem de partes e/ou produtos usados e know-how técnico na criação de máquinas e equipamentos para testes**

Algumas habilidades específicas são necessárias para a remanufatura. Os conhecimentos necessários envolvem: identificação, análise e triagem de partes e/ou produtos usados e know-how técnico na criação de máquinas e equipamentos para testes (GRAY; CHARTER, 2006). É o caso da empresa X, na qual o proprietário da empresa e seus funcionários projetam os equipamentos necessários para a Operação de remanufatura, adequados aos produtos que a empresa remanufatura.

Para desmontar os produtos de forma eficiente e distinguir entre os produtos reaproveitáveis, habilidades especializadas são muitas vezes necessárias. Um pré-julgamento deve ser feito para determinar se o investimento na desmontagem é justificado (TOFFEL, 2004) e para isto também é necessário que o funcionário envolvido com esta atividade apresente experiências e conhecimento sobre o produto.

Outras habilidades necessárias incluem: cuidado na desmontagem para evitar danos em partes potencialmente valiosas, inspeção para estimar a condição de reaproveitamento do produto, bem como familiaridade com os materiais para identificar com precisão qual é, por exemplo, o tipo de material de determinado produto que se encontram sem rótulo ou identificação (JACOBSSON, 2000; TOFFEL, 2004).

- **Treinar para múltiplas funcionalidades na Operação de remanufatura**

A Operação de remanufatura apresenta dificuldades para a automatização, já que sua padronização é dificultada por motivos como a diversidade de produtos a serem remanufaturados. Neste caso, a variedade de produtos leva à necessidade de diferentes máquinas para a etapa de desmontagem, o que eleva os custos de automatizar a operação. Portanto, a remanufatura muitas vezes exige maior quantidade de trabalho humano para as diferentes etapas (GRAY; CHARTER, 2006).

Assim, o remanufatureiro deve treinar os funcionários para lidar com as variabilidades inerentes do Sistema de remanufatura, que irão resultar em situações em que a matéria-prima (produto usado) será escassa ou abundante e por isso serão necessárias pessoas com uma boa visão de toda a operação, para se adequarem às etapas em que estas serão necessárias (JACOBSSON, 2000). De acordo com Hermansson e Sundin (2005), é preferível que os funcionários saibam desempenhar diferentes etapas da operação, o que atribui maior flexibilidade à mesma.

Este tipo de treinamento geralmente não está disponível externamente e por causa das condições de qualidade variadas que o produto usado pode apresentar, bem como devido à grande diversidade de produtos a serem remanufaturados, é preferível que o treinamento seja realizado pela própria empresa, para que esta o desenvolva de acordo com suas necessidades e características (JACOBSSON, 2000).

### **DIRETRIZ 3 -Aumentar a conexão entre as empresas e os pesquisadores que estudam remanufatura**



Um aumento da interação entre pesquisadores da área de remanufatura e empresas que remanufaturam ou pretendem remanufaturar seria uma situação ganha-ganha para ambas as partes. O pesquisador, ao conhecer as diferentes práticas existentes, poderia fomentar o estudo naquilo que é importante para a organização. Já as empresas poderiam ter contato com teorias formuladas na academia sobre novas formas de melhorar tanto o negócio como a parte técnica (operação) da remanufatura e assim aumentar a lucratividade das suas empresas.

Isto poderia ocorrer por meio de parcerias entre empresas e universidades ou mesmo com o aumento de pesquisas nas empresas de remanufatura, como é o caso deste trabalho.

#### **DIRETRIZ 4 - No caso dos remanufatureiros OEM, compartilhar o local e equipes de manufatura e remanufatura**

As etapas da Operação de remanufatura, quando realizadas no mesmo local da manufatura, podem facilitar a disseminação do conhecimento tácito entre as equipes envolvidas em ambas as operações, o que pode aumentar a produtividade principalmente nas operações de remanufatura, já que a operação de manufatura é mais entendida e estruturada (TOFFEL, 2004).

#### **DIRETRIZ 5 - Criar forma de transferência das experiências e conhecimentos entre as pessoas envolvidas com remanufatura**

De acordo com as peculiaridades da remanufatura e o fato de que pouco pode ser automatizado, a sua implementação também requer que as experiências e conhecimentos entre as pessoas envolvidas no processo sejam compartilhados (JACOBSSON, 2000).

Nonaka e Takeuchi (1997) diferenciam informação de conhecimento, ao destacarem a importância de gerar compromissos e interações apropriadas, para que as informações sejam convertidas em conhecimento e possam circular pelas organizações, influenciando de forma positiva comportamentos e atitudes.

Desta forma, esta diretriz entra um tema que está sendo cada vez mais disseminado pelas empresas: a gestão do conhecimento (GC). As atividades da GC englobam qualquer medida que tenha como objetivo a identificação, a disseminação e/ou criação do conhecimento. Gestão do Conhecimento tem, então, o desafio de filtrar um grande número de informações externas com o intuito de incorporá-las ao acervo interno e

mantê-las atualizadas e acessíveis, para serem encontradas quando necessário (SANTOS; LOPES; SILVA, 2008).

Concordando Nonaka e Takeuchi (1997), Oliveira (2003) classifica o conhecimento em: conhecimento tácito (experiência armazenada por cada funcionário) e o conhecimento explícito (documentos, políticas e procedimentos existentes). O conhecimento tácito, para ser transmitido, precisa ser convertido em palavras, números ou imagens para que favoreça o entendimento de todos da empresa. É nesse processo de conversão do conhecimento tácito para o explícito que o conhecimento organizacional é criado.

O conhecimento tácito e o conhecimento explícito, de acordo com Nonaka e Takeuchi (1997), não podem ser considerados de forma isolada e sim complementares, ao interagirem entre si, incentivando trocas nas atividades criativas das pessoas da organização.

Assim, é essencial que as experiências adquiridas durante os processos da remanufatura sejam capturadas e gerenciadas para a criação do conhecimento organizacional, de forma a beneficiar toda a organização e para que os funcionários não dependam de outros mais experientes (JACOBSSON, 2000).

Uma forma de gerenciar estas informações, experiências e conhecimentos é registrar as lições aprendidas, tanto com os erros cometidos pela empresa, como com os acertos. Os acertos deverão servir como atitudes e ações a serem repetidas, podendo entrar na construção de manuais para os funcionários. Já os erros servirão como lição e deverão ser conhecidos para serem evitados em circunstâncias futuras.

Os funcionários da empresa Z dispõem de um manual composto por problemas, suas causas, bem como suas soluções, para cada produto que é remanufaturado. Este manual foi construído com base no tempo e experiência que a empresa possui sobre remanufatura e auxilia na qualificação dos funcionários e capacidade de solucionar problemas.

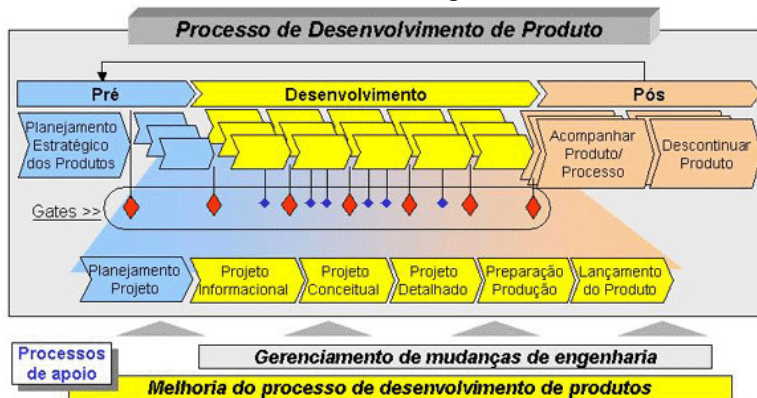
#### **7.4 BARREIRA F37 – POUCA PREOCUPAÇÃO EM PROJETAR PARA A REMANUFATURA**

Argumentos rejeitando o potencial da remanufatura, devido às características do produto, são geralmente baseados em produtos que não foram preparados para serem remanufaturados. Ajustes no projeto do produto são essenciais para a remanufaturabilidade do produto, para que o Sistema de Remanufatura consiga ser ecologicamente correto e comercialmente rentável (JACOBSSON, 2000).

O Projeto para remanufatura considera que decisões tomadas no Processo de Desenvolvimento de Produtos sobre remanufatura auxiliam na geração de produtos mais preparados e adequados para serem remanufaturados. Inclusive, o Projeto para remanufatura pode determinar até dois terços da remanufaturabilidade de um produto (STEINHILPER, 1998), bem como ajudar a reduzir as incertezas associadas com a qualidade do produto usado, por exemplo, por meio do uso de materiais mais duráveis (JACOBSSON, 2000).

Segundo Gray & Charter (2006), o projeto para remanufatura desenvolve-se em dois níveis que se inter-relacionam: o do Modelo de Negócio e da Estratégia de Projeto do Produto, em que são definidas as estratégias de venda do produto, marketing, serviços de suporte e coleta dos produtos usados; e o nível do Projeto Detalhado do Produto, em que é realizado o projeto detalhado de engenharia. O primeiro nível citado está relacionado à implementação do projeto para remanufatura no modelo de negócios da empresa. O segundo nível trata do projeto conceitual e aspectos de engenharia.

**Figura 14 - Modelo de Referência para a gestão do processo de desenvolvimento de produtos**



Fonte : Rozenfeld et al (2006)

A figura anterior mostra o modelo de referência para o PDP, elaborado por Rozenfeld et al (2006). As diretrizes consideradas para o PDP estão de acordo com as macrofases, fases e etapas deste modelo. Este modelo foi escolhido por englobar mais as questões de fim de vida do produto e devido ao fato de algumas diretrizes aqui expostas estarem baseadas neste modelo, como é o caso da diretriz 1, 3 e 4.

## **DIRETRIZ 1 – Considerar o Projeto para remanufatura no âmbito de negócios e de projeto de produto**

- **Projeto para remanufatura para na Estratégia de Projeto do Produto**

A decisão sobre remanufaturar o produto já deve ser considerada na macro-fase do pré-desenvolvimento, na fase de Planejamento Estratégico dos Produtos (PEP) (OIKO et al, 2009).

É o PEP o momento de identificar quais serão os produtos a serem remanufaturados, de acordo com suas características, valor agregado de suas partes, faixa de mercado a ser atendida, entre outros itens a serem avaliados.

- **Projeto para remanufatura para o Projeto do Produto**

Este nível do Projeto para remanufatura considerará as questões relativas às macros fases de Desenvolvimento e Pós-desenvolvimento do produto, de acordo com o modelo de referência desenvolvido por Rozenfeld et al (2006). Este modelo de referência descreve as atividades, os resultados esperados, os responsáveis, os recursos disponíveis, as ferramentas de suporte e as informações necessárias ou geradas no processo e consiste de uma coleção das melhores práticas no desenvolvimento de produtos (PIGOSSO, 2008).

Em relação à macro fase de Desenvolvimento, um quadro foi desenvolvido, relacionando a etapa de determinada fase, a ferramenta e ações a serem tomadas, de acordo com cada fase e sua influência na remanufatura do produto.

FASE DA MACRO FASE DESENVOLVI- MENTO	ETAPA	FERRAMENTA	AÇÕES
<b>Projeto Informacional</b>		Matriz RemPro (SUNDIN, 2004)	Auxiliar na definição de características importantes.
<b>Projeto Conceitual</b>		<i>checklist</i> de projeto para desmontagem fácil de Steinhilper (1998)	Avalia se a desmontagem é “ideal”, “aceitável” ou “necessita de ação urgente” .
<b>Projeto Detalhado</b>	Ciclo de Detalhamento		Reaproveitamento de itens.
<b>Preparação da Produção</b>	Ciclo de Aquisição		Estabelecimento de parcerias para logística reversa e mesmo para operações de remanufatura.  Desenvolver os processos de produção, manutenção e remanufatura conjuntamente.

**Lançamento do  
Produto**

Desenvolver a distribuição tendo  
em vista os canais de logística  
reversa.

Quadro 9: Macro fase de Desenvolvimento de produto considerando a remanufatura

Fonte: Adaptado de Olko et al (2009)

No que diz respeito a macro fase de Pós-desenvolvimento, as ações levantadas por Oiko et al (2009) em relação à fase de “Descontinuar Produto” envolvem registrar as lições aprendidas, incluindo as boas práticas descobertas e problemas identificados nas fases e etapas do PDP referentes à remanufatura, bem como ações voltadas para o incentivo para o retorno do produto usado.

## **DIRETRIZ 2 - Incluir abordagens para facilitar a remanufatura**

- **Projeto para Desmontagem**

Um dos fatores levantados que levam a remanufatura a apresentar um baixo sucesso e o não alcance da lucratividade potencial é o fato dos produtos não serem projetados para facilitar a desmontagem e remontagem. Isto cria condições de mercado em que o produto remanufaturado não tem um preço vantajoso comparado ao novo, levando a baixa demanda pelos mesmos (GIUNTINI; GAUDETTE, 2003).

- **Projeto para Modularidade**

É importante conceber produtos de forma modular visando que sua desmontagem e remontagem ocorram de forma eficiente. Se o produto é projetado em plataformas similares, com módulos intercambiáveis e ajustáveis, existe um potencial em estabelecer famílias de produtos que podem ser inovadas cada vez que retornam para a remanufatura. Assim, o projeto modular permite a atualização tecnológica, a ser administrada facilmente durante a Operação de remanufatura, o que reduz a taxa de obsolescência do produto (GIUNTINI; GAUDETTE, 2003; JACOBSSON, 2000).

Outros tipos de estratégias de projeto, como o Projeto para atualização, Projeto para múltiplos ciclos de vida, serão abordados no decorrer deste capítulo.

## **DIRETRIZ 3 - Utilizar ferramentas e métodos para decidir quais características o produto deve ter para facilitar a remanufatura**

**Matriz RemPro.** A Matriz RemPro apresentada por Sundin (2004) e citada no quadro 10 relaciona certas características do produto deve apresentar para facilitar as diversas etapas da Operação de remanufatura.

Esta matriz pode ser usada com ferramenta pelos projetistas quando for necessário especificar quais características são importantes em um determinado tipo de produto para a realização de cada etapa da operação. No quadro a seguir encontra-se a matriz elaborada pelo autor citado.

**Quadro 10: Matriz RemPro - Característica do Produto X Etapas da Operação de remanufatura**

<b>Etapas da Operação de remanufatura</b>	<b>Inspeção</b>	<b>Limpeza</b>	<b>Desmontagem</b>	<b>Armazenamento</b>	<b>Reprocessamento</b>	<b>Remontagem</b>	<b>Teste</b>
<i>Características do produto</i>							
<i>Facilidade de Identificação</i>	X		X	X			X
<i>Facilidade de Verificação</i>	X						
<i>Facilidade de Acesso</i>	X	X	X		X		X
<i>Facilidade de Manuseio</i>			X	X	X	X	
<i>Facilidade de Separação</i>			X		X		
<i>Facilidade de Segurança</i>						X	
<i>Facilidade de Alinhagem</i>						X	
<i>Facilidade de Estocagem</i>				X			



<i><b>Facilidade de Desgaste</b></i>	X	X	X	X
--------------------------------------	---	---	---	---

Fonte: Adaptado de Sundin (2004)

**Matriz de Gray & Charter (2006).** Por meio desta matriz, os projetistas podem utilizar a estratégia de produto favorável para facilitar determinada etapa da Operação de remanufatura, dependendo do tipo e da natureza do produto. Por exemplo, em um caso que a desmontagem de um dado produto é a etapa crucial no que tange a lucratividade da Operação de remanufatura, os projetistas podem utilizar as práticas de ecodesign e o do Projeto para Desmontagem durante o desenvolvimento do produto. A seguir, é descrito brevemente como cada uma destas estratégias de produto colabora com a remanufatura (OIKO et al, 2009):

a) *Projeto para a coleta do produto usado.* Algumas ações como identificar o produto e suas partes, por meio de etiquetas na embalagem, nas partes internas e externas do produto, auxiliam na obtenção dos produtos usados.

b) *Ecodesign.* O ecodesign apresenta mais de 200 métodos e ferramentas visando evidenciar e reduzir os maiores impactos ambientais ao longo do ciclo de vida de produto (BAUMANN, BOONS & BRAGD, 2002; BYGGETH & HOCHSCHORNER, 2006 apud OIKO et al, 2009). Diversas de suas práticas estão alinhadas aos da remanufatura, como o uso eficiente de materiais e de recursos energéticos e elaboração de projetos para otimização de funcionalidades, visando a multifuncionalidade e modularidade. As práticas de ecodesign serão mais abordadas no próximo item.

c) *Projeto para Desmontagem.* Deve ser levada em consideração a facilidade de desmontagem, para evitar que ocorram danos no produto durante esta etapa. O uso de fixadores deve ser reduzido e padronizado, também com intuito de facilitar a remanufatura.

d) *Projeto para múltiplos ciclos de vida.* São considerados aspectos quanto à facilidade de limpeza, confiabilidade, durabilidade e reparos.

e) *Projeto para Atualização.* Facilitar a atualização do produto usando projeto do tipo plataforma, que agrupa em módulos componentes essenciais ou sujeitos a falhas.

f) *Projeto para Avaliação.* Visa disponibilização de informações sobre a condição do produto, seja por meio de registros tradicionais ou eletrônicos.

No Quadro 11 é possível visualizar a matriz elaborada por Gray & Charter (2006), que mostra a relação de diferentes estratégias de produto com as etapas da Operação de remanufatura.

**Quadro 11: Estratégias de Produto X Etapas da Operação de remanufatura**

<b>Etapas da Operação de remanufatura</b>	<b>Coleta</b>	<b>Inspeção</b>	<b>Desmontagem</b>	<b>Limpeza</b>	<b>Reprocessamento</b>	<b>Remontagem</b>	<b>Teste</b>
<b><i>Estratégias de Produto</i></b>							
<b><i>Projeto para a coleta do produto usado</i></b>	X	X					
<b><i>Ecodesign</i></b>		X	X	X		X	
<b><i>Projeto para Desmontagem</i></b>		X	X	X	X	X	
<b><i>Projeto para múltiplos ciclos de vida</i></b>				X	X		
<b><i>Projeto para Atualização</i></b>					X		
<b><i>Projeto para Avaliação</i></b>		X					X

Fonte: Adaptado de Gray & Charter (2006)

#### **DIRETRIZ 4 - Implementar práticas de ecodesign para facilitar a remanufatura do produto**

A implementar de práticas de ecodesign no Processo de Desenvolvimento de Produtos também busca facilitar a remanufatura do produto. O trabalho de Pigosso et al (2009) mostra práticas (que engloba diretrizes, métodos e ferramentas) de ecodesign que podem ser utilizadas para contornar algumas dificuldades relacionadas a cada uma das etapas da Operação de remanufatura, de forma que o produto seja desenvolvido pensando em cada uma destas etapas.

No trabalho citado acima, foram mostradas algumas das dificuldades inerentes a cada etapa da Operação de remanufatura e, para cada uma destas etapas, foram levantadas ferramentas, métodos e

diretrizes para contornar as dificuldades. A aplicação destas práticas de ecodesign no início do PDP tem como intuito evitar dificuldades na Operação de remanufatura e devem ser consideradas pelas empresas que pretendem iniciar a remanufatura (PIGOSSO et al, 2009).

A pesquisa mostra as dificuldades e levanta práticas para as seguintes etapas mais críticas da Operação de remanufatura: desmontagem, limpeza, inspeção e reproprocessamento.

No caso da desmontagem, a dificuldade apresentada na pesquisa supracitada foi “Complexidade na etapa de desmontagem, principalmente devido a uso de grande variabilidade de métodos de fixação”. Algumas das diretrizes de ecodesign levantadas para a etapa de desmontagem, visando contornar esta dificuldade, foram:

- Utilizar estruturas modulares;
- Minimizar as conexões dependentes hierarquicamente entre os componentes;
- Utilizar sistemas de desmontagem sanduíche com elementos de junção centrais;
- Minimizar o número e a variabilidade de métodos de fixação;
- Evitar elementos de junção que necessitem de intervenções simultâneas para abertura;
- Priorizar a desmontagem de componentes/materiais com maior valor econômico;
- Padronizar componentes e/ou usar componentes com estruturas semelhantes para diferentes tipos de produtos;
- Assegurar reversibilidade do procedimento de montagem;
- Utilizar conexões que facilitem a desmontagem;
- Minimizar o tempo para desmontagem;
- Utilizar conexões que possam ser facilmente separadas;
- Assegurar o perfeito funcionamento das conexões ao longo do tempo de vida útil do produto;
- Facilitar a substituição de componentes com curto tempo de vida.

Em relação aos métodos e ferramentas, Pigosso et al (2009) citou e descreveu vários, como: D4N, *Environmental Design Industrial Template (EDIT)*, *Environmental Design Support Tool (EDST)*; *Method to Assess the Adaptability of Products (MAAP)*, *Green Design Advisor*, *DESIGN FOR DISASSEMBLY INDEX (DFDI)*, ReStar e *Disassembly tree*. A descrição destes métodos e ferramentas podem ser encontradas no trabalho citado.

Em relação à etapa de limpeza, a dificuldade citada foi “Variabilidade e complexidade na etapa de limpeza”, as diretrizes propostas foram:

- Evitar materiais de revestimento difíceis de remover;
- Evitar o uso de adesivos e materiais adicionais para marcação e codificação;
- Evitar fendas estreitas e buracos que dificultem o acesso para a limpeza;
- Projetar produtos que necessitem de mínima limpeza;
- Assegurar fácil limpeza para a reutilização de componentes.

Como métodos e ferramentas, foram *Environmental Design Industrial Template (EDIT)* e

*Method to Assess the Adaptability of Products (MAAP)*.

Já no que diz respeito à etapa de inspeção, foram listadas três dificuldades: “custo elevado da etapa de inspeção”; “falta de precisão na etapa de inspeção” e “dificuldade em identificar as condições que o produto se encontra”. Para tanto, foram citadas as seguintes diretrizes:

- Usar etiquetas para indicar a vida útil remanescente no produto;
- Padronizar componentes e / ou utilizar componentes estruturais semelhantes para os diferentes variantes de um produto;
- Equipar produtos com um sistema automático de diagnóstico de danos.

Nenhum método ou ferramenta foi relacionado à etapa de inspeção. Finalmente, na etapa de reprocessamento, foram listadas várias dificuldades, como: “alta variabilidade de matérias usadas no produto”; “uso de materiais não duráveis”; “pouca remanufaturabilidade da maioria dos produtos”; “Baixo valor agregado ao produto e/ou suas partes”. E para contornar estas dificuldades:

- Selecionar materiais duráveis em função do desempenho do produto e de sua expectativa de vida;
- Aumentar a força de componentes que se danificam facilmente;
- Projetar para uso excessivo os materiais de fácil deterioração;
- Projetar produtos resistentes;
- Assegurar resistência à corrosão;
- Favorecer o reaproveitamento de componentes usados.

Em relação a métodos e ferramentas, foi citado o *Environmental Design Industrial Template (EDIT)* para esta etapa.

## **DIRETRIZ 5 - Realizar a engenharia reversa dos produtos**

Remanufatureiros independentes são frequentemente prejudicados com a falta de informações sobre as especificações de projeto dos produtos. Para isto, podem criar células de engenharia reversa para desconstruir os produtos e entender como eles foram produzidos (RRF, 2004). As informações adquiridas com a engenharia reversa podem servir de fonte para os remanufatureiros independentes desenvolver procedimentos para a Operação de remanufatura, bem como para planejar quais competências e conhecimentos serão necessários para a qualificação dos funcionários.

## 7.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DESTE CAPÍTULO

Cabem algumas considerações no que diz respeito às diretrizes propostas. Primeiramente, é possível observar que nem todas as diretrizes propostas são adequadas para os três tipos de remanufatureiros (independentes, contratos e OEM).

É o caso das diretrizes delineadas para contornar a barreira a6 que, na sua maioria, são mais adequadas de serem implementadas pelo remanufatureiro OEM, já que incluem a possibilidade de estar em contato com o cliente durante a fase de uso do produto novo, bem como optar por relacionamentos com este que aumentem as certezas sobre as condições de qualidade, a quantidade e o momento de retorno do produto usado, como a abordagem de PSS.

Para o remanufatureiro contratado, isto não é um problema visto que ele possui o OEM como parceiro. No caso do remanufatureiro independente, este apresenta menores possibilidades de utilizar algumas das diretrizes traçadas. Em vistas de se beneficiar destas diretrizes, uma das alternativas para o remanufatureiro independente seria o desenvolvimento de parcerias com o remanufatureiro OEM.

Percebeu-se também que a maioria das dificuldades que levam o Sistema de remanufatura a apresentar um baixo nível de sucesso está associada com decisões que devem ser tomadas durante as definições da estratégia de ação da empresa, como, por exemplo, no Processo de Desenvolvimento do Produto, ao desenvolver o produto pensando nas facilidades de remanufaturá-lo (Projeto para remanufatura) e tipo de relacionamento a ser desenvolvido com o cliente do produto novo, que deve ser pensado muito antes de decidir por remanufaturar o produto, ou mesmo pensar em formas de retornar o produto usado para a empresa de remanufatura.

Mesmo no caso da falta de estruturação da logística reversa, nota-se que o desenvolvimento de estratégias durante o PDP, que facilitem a passagem do produto pela cadeia reversa, também devem ser pensadas nas fases iniciais do desenvolvimento do produto.

A alteração do modelo de negócio, para que este inclua o Projeto para Remanufatura e novos modelos de comercialização do produto remanufaturado, para levar a uma maior aproximação com o cliente-fornecedor, bem como pensar em formas para incentivar este a retornar o produto usado, direcionarão as ações da empresa remanufatureira a contornar algumas das barreiras principais, identificadas como causas raiz, que dificultam a implementação do Sistema de Remanufatura.

Já em relação à falta de conhecimentos dos funcionários sobre remanufatura, outra barreira principal, nota-se a importância de desenvolver competências e habilidades não somente para o funcionário que lidará com a Operação de remanufatura no chão de fábrica. Inicialmente, a alta administração deverá conhecer e entender a remanufatura e seus processos relacionados, bem como conhecer o produto que pretende remanufaturar, para então disseminar o conhecimento correto sobre a remanufatura na empresa. Também é necessário desenvolver a qualificação adequada para outros setores da empresa, como para o pessoal de vendas e para os projetistas de produto, que deverão desenvolver o produto incorporando princípios do Projeto para remanufatura e para a logística reversa.

## 8. AVALIAÇÃO DAS DIRETRIZES PROPOSTAS

Este capítulo tem como objetivo apresentar os resultados da avaliação das diretrizes, com intuito de verificar a aplicabilidade destas diretrizes na prática das empresas de remanufatura. Esta avaliação contou com a participação de 18 especialistas, 14 da academia e 4 de empresas de remanufatura, e ocorreu por meio da aplicação de um questionário, que encontra-se no apêndice 8.

### 8.1 AVALIAÇÃO POR ESPECIALISTAS

Entre os especialistas selecionados para a avaliação das diretrizes estão os entrevistados nos estudos de caso realizados neste trabalho, pesquisadores envolvidos com o tema remanufatura, bem como pesquisadores que fazem parte do projeto BRAGECRIM.

No quadro 12 é possível visualizar uma lista com os 18 especialistas que participaram da avaliação das diretrizes, dos 24 especialistas para o qual foi enviado o questionário e que não foi obtido retorno.

No quadro 12 segue a formação e experiência destes especialistas. O questionário foi enviado por via eletrônica para cada um deles.

**Quadro 12 – Informações sobre os especialistas**

<b>Identificação</b>	<b>Formação/ocupação e experiência</b>
Especialista A	Formada em Design de Produtos. Possui experiência de 10 anos como professora nível superior em design de produtos no curso de Eng. de produção. Possui mestrado em Eng. de produção e faz doutorado em Eng. de produção, sendo remanufatura o tema de sua tese.
Especialista B	Formada em Eng. Ambiental, é doutoranda na área de desenvolvimento de novos produtos, sendo pesquisadora desta área há 3 anos. É participante do projeto BRAGECRIM.
Especialista C	Formada em Eng. de Produção. Com mestrado em Eng. de Produção, atualmente faz doutorado em Eng. Produção, pesquisando sobre remanufatura e logística reversa. Pesquisadora destas áreas há 2 anos.
Especialista D	Formação em Eng. Ambiental. Atualmente faz



	mestrado em Eng. de Produção, na área de Engenharia do Ciclo de Vida, com foco em estratégias de fim de vida, como a remanufatura. É participante do projeto BRAGECRIM.
Especialista E	Formada em Eng. de Produção. Mestre em Eng. de Produção e cursando doutorado em Eng. de Produção. Pesquisadora na área de Desenvolvimento enxuto de produtos e processos, com experiência de 5 anos na área. É participante do projeto BRAGECRIM.
Especialista F	Graduação em Eng. de Produção. Mestrado e doutorado em Eng. de Produção. Pesquisa em Planejamento e Controle da Produção para a remanufatura, com 2 anos de experiência.
Especialista G	Graduação, mestrado e doutorado em Eng. Mecânica. Professor nível superior na área de desenvolvimento de produtos. É participante do projeto BRAGECRIM.
Especialista H	Graduação, mestrado e doutorado em Eng. Mecânica. Professor nível superior na área de desenvolvimento de produtos. Possui em torno de 15 anos de experiência.
Especialista I	Formação em Marketing. Atua como Analista de marketing em uma empresa de remanufatura há 6 anos.
Especialista J	Formação em Administração de empresa. É gerente comercial da área de produto remanufaturado de uma empresa multinacional. Possui 18 anos de experiência em Operação de remanufatura e comercialização de produtos remanufaturados.
Especialista L	Não informado.
Especialista M	Graduação em Administração, atualmente faz mestrado em Eng. de Produção, pesquisando sobre Ecodesign. É participante do projeto BRAGECRIM.
Especialista N	Projetista com 20 anos de experiência na área de projetos.
Especialista O	Tecnóloga em Gestão e Saneamento Ambiental, Mestrado em Engenharia Ambiental, Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental (em andamento). Pesquisadora na área da Ecologia Industrial. É participante do projeto BRAGECRIM.
Especialista P	Graduado e com mestrado em Eng. Mecânica e

	doutorado em Eng. de Produção. Pesquisador na área de Engenharia e gestão do ciclo de vida de produtos há 5 anos.
Especialista Q	Graduado em Design, mestrado completo e doutorado em andamento em Eng. De Produção. Pesquisador das áreas de Planejamento de Projetos e Sustentabilidade do Negócio. Possui experiência profissional de 8 anos com projeto de produtos e 3 anos na academia. É participante do projeto BRAGECRIM.
Especialista R	Graduado em Eng, Mecânica, com mestrado e doutorado em Eng. Mecânica. Pesquisador na área de Processos de Fabricação, com 8 anos de experiência. É participante do projeto BRAGECRIM.
Especialista S	Graduação, mestrado e doutorado em Eng. Mecânica. Professor nível superior na área de desenvolvimento de produtos. 30 anos de experiência. É participante do projeto BRAGECRIM.

Fonte: Dados de pesquisa (2009)

## 8.2 QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DAS DIRETRIZES

O objetivo do questionário é verificar se as diretrizes propostas são adequadas para evitar a ocorrência das barreiras identificadas para a implementação do Sistema de Remanufatura. Para tanto, as perguntas elaboradas para o questionário são fechadas, devendo ser respondidas em uma escala ordinal, para possibilitar a aplicação de estatística descritiva na análise dos resultados. Foi utilizada a escala de Likert, que conta com cinco categorias, representando as seguintes situações:

- Valor 1: situação indesejada.
- Valor 3: situação intermediária.
- Valor 5: situação ótima.

A escala de Likert é frequentemente utilizada em pesquisas de opinião, por ser uma escala ordinal e por possibilitar a medição de níveis de aceitação de um determinado fator. Assim, à medida que o valor aumenta, aumenta o nível de aceitação do fator e vice-versa. Neste trabalho, os valores da escala Likert serão representados conforme exemplo a seguir:

“A diretriz Y evita a ocorrência da barreira X?”

1 ( ) muito pouco

2 ( ) pouco

3 ( ) regula

4 ( ) evita “razoavelmente” ou parcialmente

5 ( ) evita

No questionário, as perguntas serão mostradas da seguinte forma:

**Quadro 13 – Demonstração do formato das perguntas no questionário de avaliação**

Para a **Barreira X**:

<b>Diretriz</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Y					

Fonte: Autor (2009)

Comentários ou sugestões podem ser dados sobre cada questão, no entanto estas não entrarão na análise dos dados, e sim auxiliarão na interpretação dos mesmos.

Para aumentar a confiabilidade das conclusões tiradas com base no questionário, é importante verificar a consistência e validade do mesmo. Para isto, neste trabalho, foi utilizado o coeficiente alfa de Cronbach, que mede a confiabilidade do questionário, apresentado na equação a seguir:

$$\alpha = \frac{k}{k - 1} \cdot (1 - \frac{\text{soma das variâncias de cada item}}{\text{variância total dos k itens}})$$

onde:

$\alpha$  = Coeficiente alfa de Cronbach

$k$  = Questões do questionário

Os valores do coeficiente alfa de Cronbach variam de 0 a 1, e são interpretados conforme o Quadro 14:

**Quadro 14 – Níveis de confiabilidade do alfa de Cronbach**

<b>Valor de <math>\alpha</math></b>	<b>Confiabilidade</b>
Maior que 0,9	Excelente
Entre 0,8 e 0,9	Boa
Entre 0,7 e 0,8	Razoável
Entre 0,6 e 0,7	Fraca
Menor que 0,6	Inaceitável

Fonte: Hill e Hill (2008)

O valor do alfa de Cronbach para o presente questionário, calculado no software MiniTab 15, foi de 0,831. Isto indica que a confiabilidade do questionário é boa, sendo este um indicio positivo, visto que a amostra utilizada para a avaliação pode ser considerada pequena.

No próximo item, será mostrada a análise dos gráficos gerados a partir das respostas.

### 8.3 ANÁLISE DE GRÁFICOS E DADOS

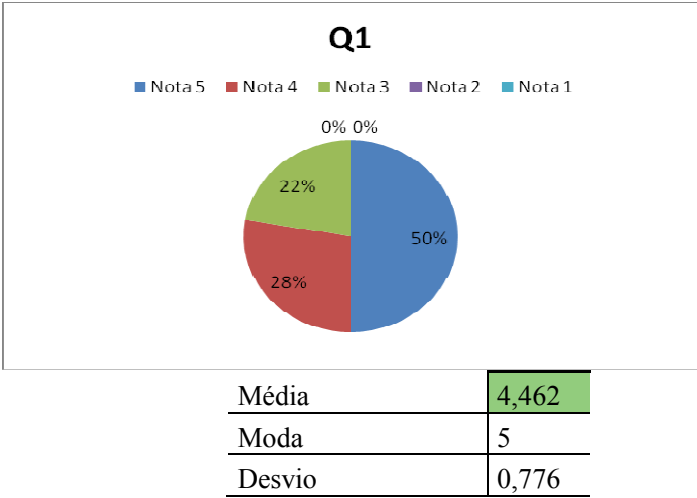
Neste item são mostradas as respostas dadas pelos especialistas para cada uma das diretrizes elaboradas nesta pesquisa. Cada resposta será representada por um gráfico circular, no qual serão explicitadas a porcentagem de cada resposta (1 a 5) por questão, bem como mostradas a média, a moda e o desvio padrão desta, que se encontra abaixo de cada gráfico.

Conforme demonstrado a seguir, primeiramente está a barreira e em seguida a diretriz referente a tal barreira e o gráfico mostrando a porcentagem de cada nota referente à questão. Também, foram deixados comentários em algumas diretrizes, que também estão expostos juntamente com a questão relacionada.

**Barreira a.6 - A empresa não possui um relacionamento estreito com o cliente final, quando este é o fornecedor (cliente-fornecedor)**

1. Manter contato com o cliente durante a fase de uso.

**Figura 15– Resultado da avaliação estatística para diretriz 1/ barreira a6.**

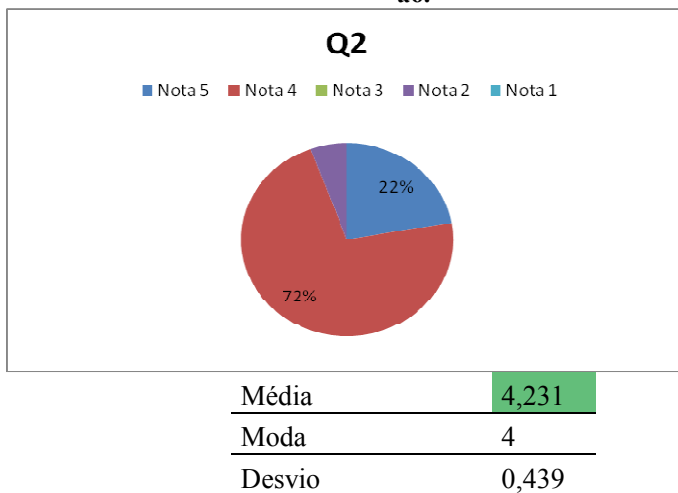


Fonte: Autor (2010)

Conforme o gráfico anterior, 78% dos especialistas ficaram entre as notas 5 (50%) e a nota 4 (28%), o que demonstra que esta diretriz evita a ocorrência da barreira a6. Ainda em relação a esta diretriz, o especialista B concorda que manter contato com o cliente durante a fase do uso fará com que o relacionamento da empresa com o cliente final seja maior.

2. Delinear ações para alcançar um relacionamento de sucesso com o cliente-fornecedor.

**Figura 16 – Resultado da avaliação estatística para diretriz 2/ barreira a6.**



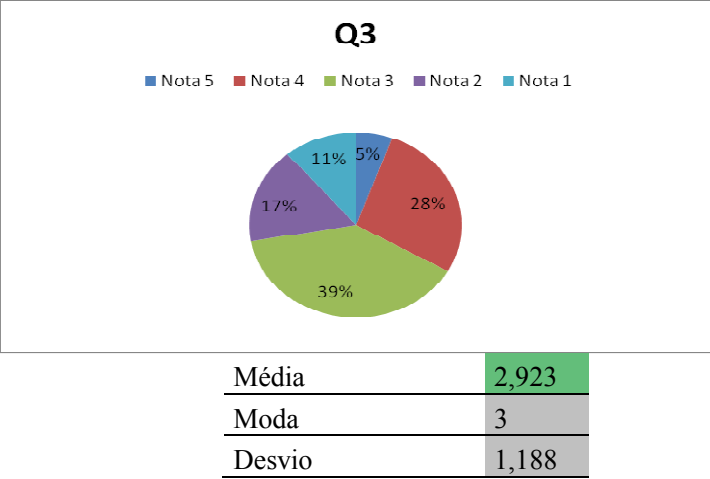
Fonte: Autor (2010)

A questão 2, referente a diretriz 2 da barreira a6, recebeu notas 4 (72%) e notas 5 (22%). Percebe-se que a grande maioria dos especialistas consideram que esta diretriz evita parcialmente (nota 4) a ocorrência da barreira b6.

Em relação ao comentário dos especialistas, dois deles (B e D) consideraram esta diretriz muito genérica e acreditam que as ações a serem delineadas deveriam ser mais bem explicadas ou então exemplificadas.

3. Aumentar a colaboração com outros atores da cadeia de suprimentos.

**Figura 17 – Resultado da avaliação estatística para diretriz 3/ barreira a6.**



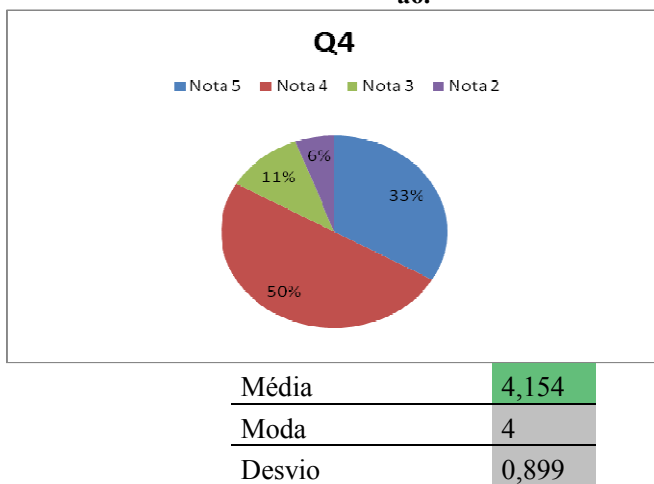
Fonte: Autor (2010)

Em relação a esta diretriz, as respostas foram bastante variadas, como é possível observar no gráfico acima. Apenas 5% dos especialistas atribuíram nota 5 e as notas 1 (evita muito pouco) e 2 (evita pouco) somaram um total de 18% das respostas. No entanto, a maioria das respostas dadas (39%) foi a nota 3.

Para o especialista B, não há uma relação direta entre o aumento da colaboração com outros atores da cadeia de suprimentos (que não seja o cliente) e um relacionamento mais estreito entre fornecedor e empresa. Ainda, o especialista C acredita que aumentar a colaboração com outros atores da cadeia de suprimentos pode evitar a ocorrência da barreira b6, porém não concorda que esta é uma regra a ser generalizada.

4. Definir e implementar um tipo de relacionamento com o cliente-fornecedor que seja mais adequado com a estratégia da empresa.

**Figura 18 – Resultado da avaliação estatística para diretriz 4/ barreira a6.**



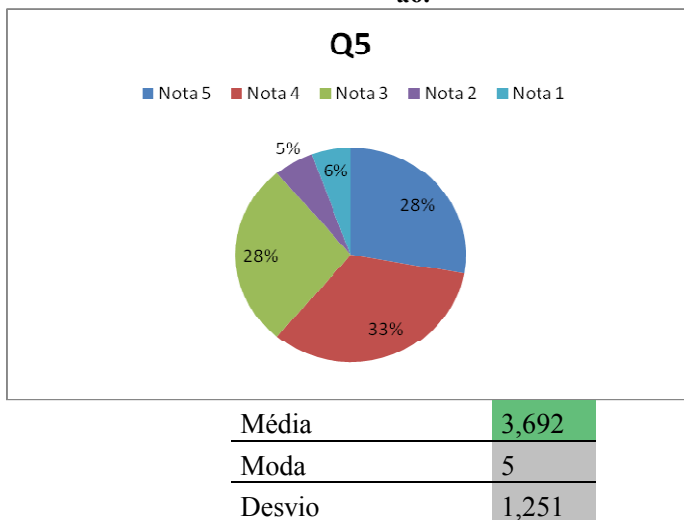
Fonte: Autor (2010)

Nota-se que 83% das respostas foram a nota 4 (50%) e a nota 5 (33%). No entanto, para o especialista C esta diretriz está muito vaga e é de difícil implementação.



5. Aumentar o controle da empresa sob o produto durante todo o seu ciclo de vida.

**Figura 19 – Resultado da avaliação estatística para diretriz 5/ barreira a6.**



Fonte: Autor (2010)

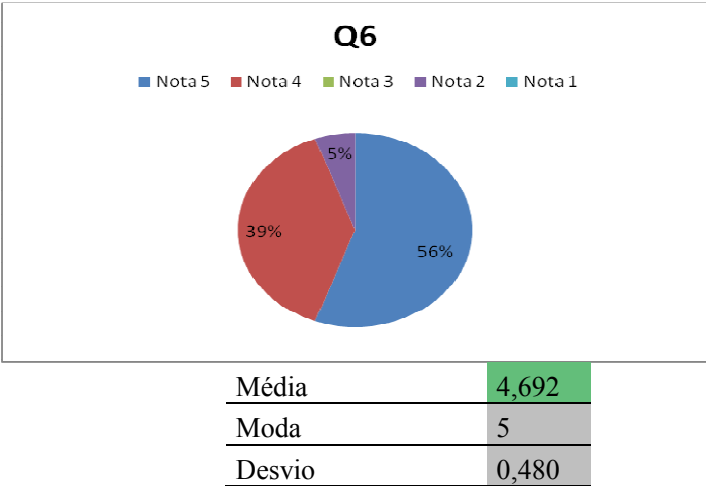
Apesar das respostas terem sido variadas, a maioria delas (61%) ficaram entre as notas 4 (33%) e a nota 5 (28%).

O especialista A comenta que considera muito importante o acompanhamento do produto durante o seu ciclo de vida para estreitar as relações com o cliente, como também para conseguir informações importantes sobre o produto, que poderão ser utilizadas para melhorar o Sistema de Remanufatura, no que diz respeito tanto ao processo de negócio como ao projeto do produto. No entanto, o especialista A acrescenta que buscar o controle sobre o produto nas diversas fases do seu ciclo de vida é um objetivo difícil de alcançar, a não ser que a empresa trabalhe com ou implemente um Sistema Produto-Serviço.

**Barreira b.13 - Logística reversa não estruturada**

- 1. Desenvolver infra-estrutura para a Logística reversa.

**Figura 20 – Resultado da avaliação estatística para diretriz 1/ barreira b13**

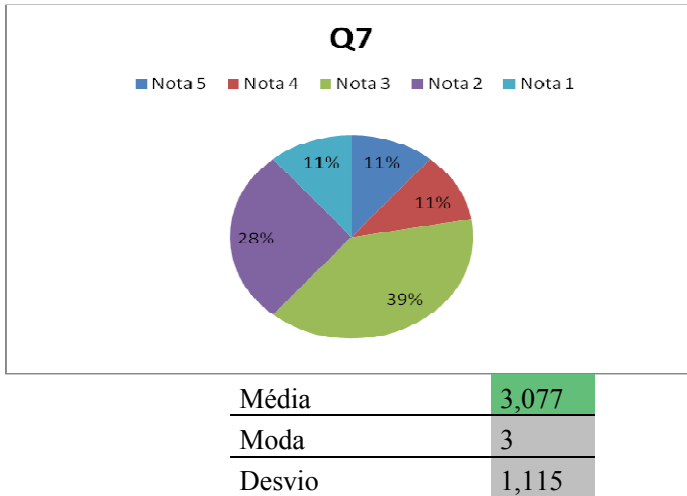


Fonte: Autor (2010)

A diretriz 1 desenvolvida para a barreira b13 obteve 95% de respostas entre as notas 4 (39%) e 5 (56%), sendo a diretriz com melhor pontuação na avaliação.

2. Controlar a qualidade de produtos usados por meio de uma pré-inspeção

**Figura 21 – Resultado da avaliação estatística para diretriz 2/ barreira b13**



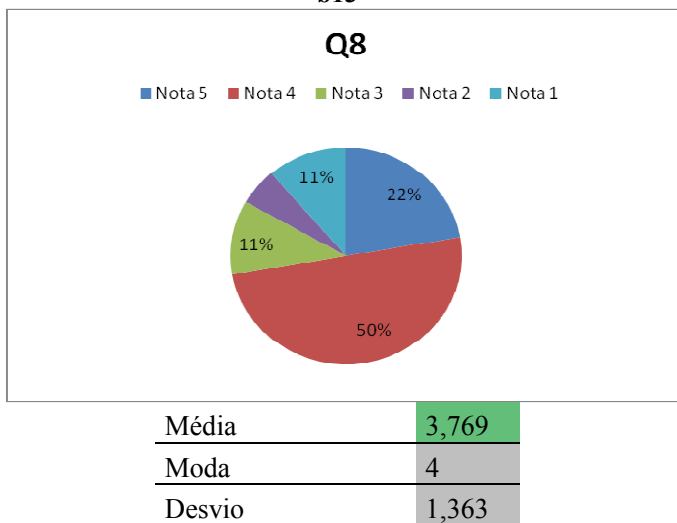
Fonte: Autor (2010)

A diretriz 2 da barreira b13 obteve notas variadas, como é possível visualizar no gráfico acima, sendo que para a grande maioria das respostas (39%) foi marcada a nota 3, seguida da nota 2 (28%).

Ainda em relação a esta diretriz, o especialista B questionou se realizar o controle da qualidade dos produtos auxiliaria a estruturar a logística reversa.

3. Utilizar os canais diretos para a Logística reversa.

**Figura 22 – Resultado da avaliação estatística para diretriz 3/ barreira b13**



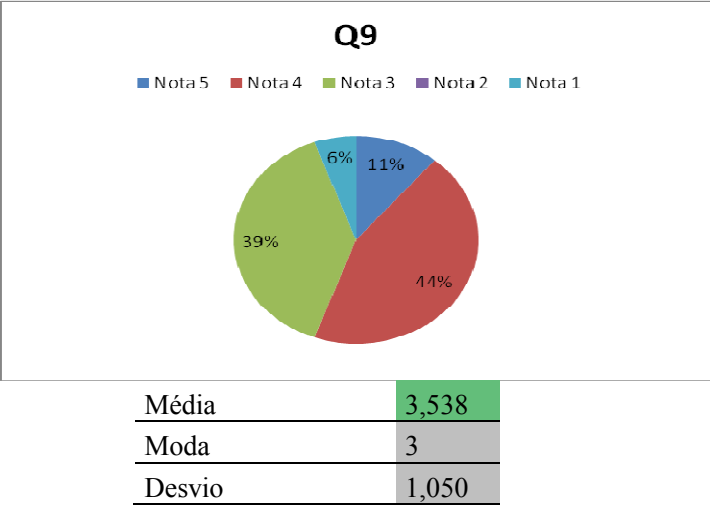
Fonte: Autor (2010)

Para esta diretriz, as notas 4 (50%) e 5 (22%) obtiveram a grande maioria das respostas, somando um total de 72%, apesar de ter obtido 11% de notas 1.

O especialista O apontou dificuldades de entender que o termo “canais diretos” referia-se a logística direta. Esta mesma dúvida pode ter acontecido com outros especialistas, o que explicaria as notas baixas.

4. Aumentar os pontos de estocagem e/ou centros de retorno cliente-fornecedor que seja mais adequado com a estratégia da empresa.

**Figura 23 – Resultado da avaliação estatística paradiiretriz 4/ barreira b13**



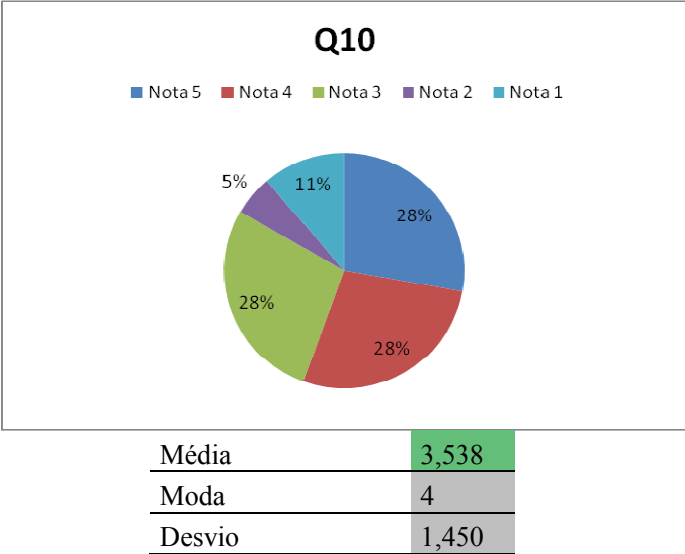
Fonte: Autor (2010)

A figura anterior mostra que a maioria das respostas (44%) está de acordo com a nota 3. No entanto, a soma das notas 4 e 5 totalizam 55% das respostas.

O especialista G não considera esta uma diretriz adequada visto que estes pontos de estocagem podem gerar desperdícios. Este fato pode ser um dos motivos que levaram a 45% das notas serem 3 ou 1.

5.           Projetar o produto pensando nas etapas da Logística reversa.

**Figura 24 – Resultado da avaliação estatística paradiretriz 5/ barreira b13**



Fonte: Autor (2010)

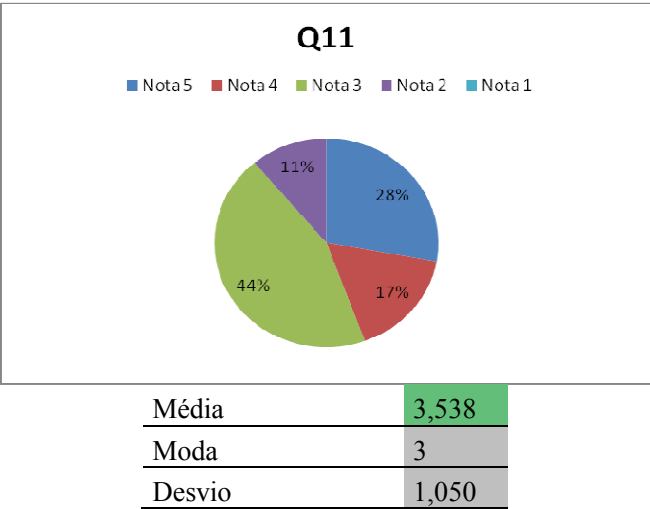
Apesar de todas as notas serem encontradas na avaliação da diretriz 5 da barreira b13, as notas 3 (28%), 4 (28%) e 5 (28%) foram aquelas que apareceram com mais frequência.

O especialista B questionou sobre como o projeto do produto pode auxiliar na estruturação da logística reversa. Ainda, o especialista acha que mesmo tomando ações como, por exemplo, reduzir o volume do produto, isto não auxiliaria na estruturação do processo logístico como um todo.

**Barreira e.28 - Os funcionários, e muitas vezes a alta administração, não conhecem o verdadeiro significado da palavra “remanufatura”**

1. Aumentar a participação dos funcionários, estimulando projetos pessoais.

**Figura 25 – Resultado da avaliação estatística paradiiretriz 1/ barreira e28**

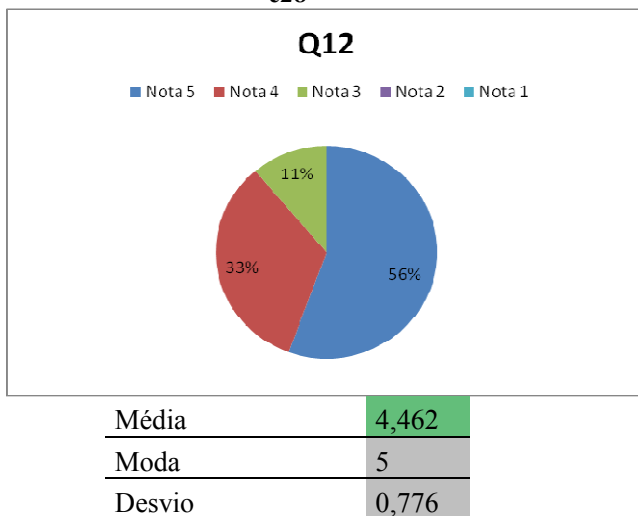


Fonte: Autor (2010)

A diretriz 1 da barreira e28 obteve, na sua maioria, a nota 3 (44%). A soma das notas 4 e 5 foi de 45% apenas. Para esta diretriz, como para a maioria das que seguem, não houve comentários dos especialistas, o que dificulta compreender os motivos que os levaram a escolher entre uma nota em detrimento da outra.

2. Qualificar pessoal envolvido com o Sistema de Remanufatura.

**Figura 26 – Resultado da avaliação estatística paradiretriz 2/ barreira e28**



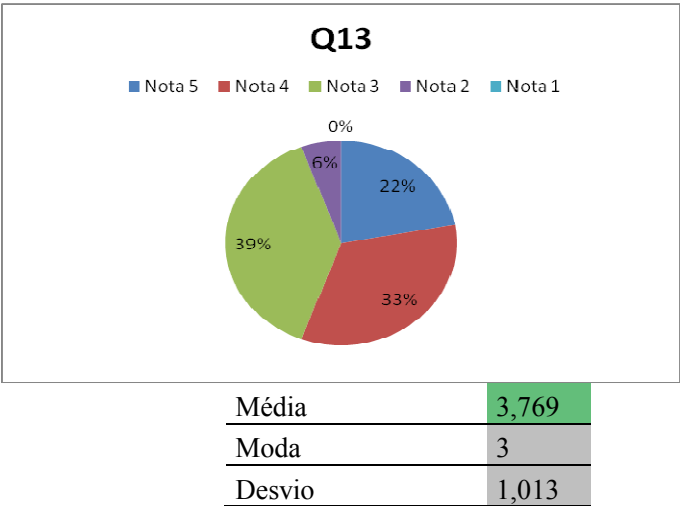
Fonte: Autor (2010)

Para esta diretriz, as notas 4 (33%) e 5 (56%) somam 89% das respostas dadas pelos especialistas, sendo que o restante (11%) foram notas 3. Isto leva a crer que a maioria dos especialistas concorda com a importância desta diretriz, pois, além disto, não foi marcada nenhuma nota 1 ou 2.



3. Aumentar a conexão entre as empresas e os pesquisadores que estudam remanufatura.

**Figura 27– Resultado da avaliação estatística paradiiretriz 3/ barreira e28**

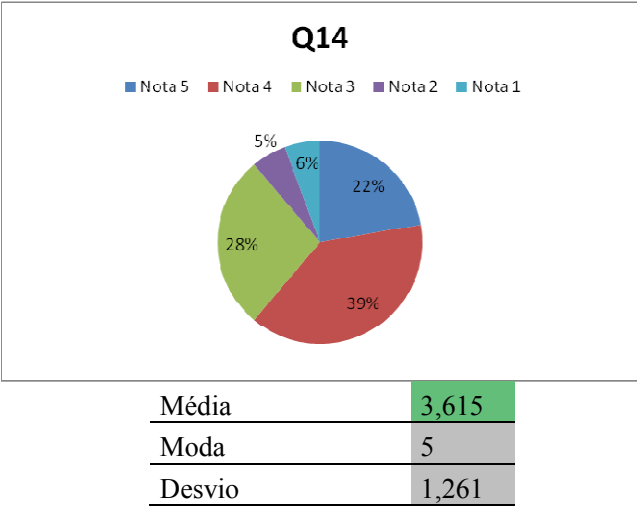


Fonte: Autor (2010)

Na Figura 27, é possível perceber que a maioria das respostas foi a nota 3 (39%), apesar da soma das notas 4 (33%) e 5 (22%) somarem um total de 55%. Assim, segundo a maioria dos especialistas, esta diretriz evita moderadamente ou paricalmente a barreira e28.

4. Compartilhar o local de manufatura e remanufatura, no caso de fabricantes originais que remanufaturam seus produtos.

**Figura 28 – Resultado da avaliação estatística paradiretriz 4/ barreira e28**

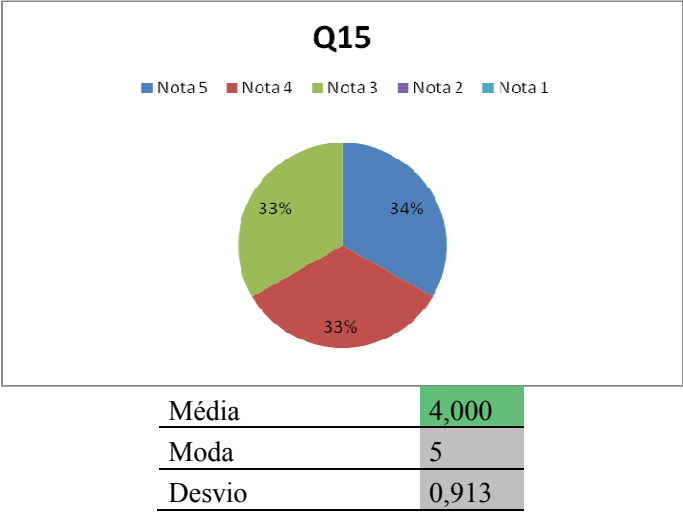


Fonte: Autor (2010)

Também na diretriz 4, levantada para a barreira e28, a maioria das notas marcadas foi 4 (39%) e 5 (22%), somando um total de 61% das respostas. Apesar do resultado positivo da avaliação desta questão, no que diz respeito a maioria das notas, percebe-se que todas as cinco notas foram atribuídas a esta questão, o que pode levar a crer que houve dúvidas ou variedade na interpretação da mesma.

5. Criar forma de transferência das experiências e conhecimentos entre as pessoas envolvidas com remanufatura.

**Figura 29 – Resultado da avaliação estatística paradiretriz 5/ barreira e28**



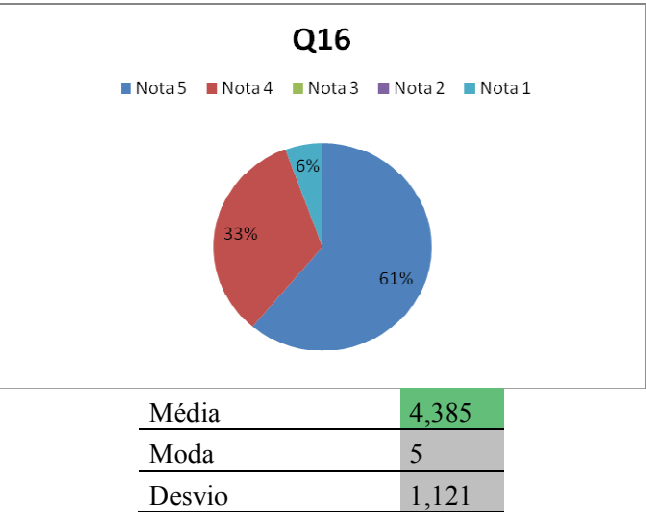
Fonte: Autor (2010)

Novamente, conforme gráfico acima, as notas 5 (34%) e 4 (33%) foram as notas mais marcadas, em um total de 67%. Para esta questão não houve comentários de nenhum dos especialistas.

**Barreira f.37 - Pouca preocupação em projetar para a remanufatura**

1. Considerar o Projeto para remanufatura no âmbito de negócios e de projeto de produto.

**Figura 30 – Resultado da avaliação estatística para diretriz 1/ barreira f37**

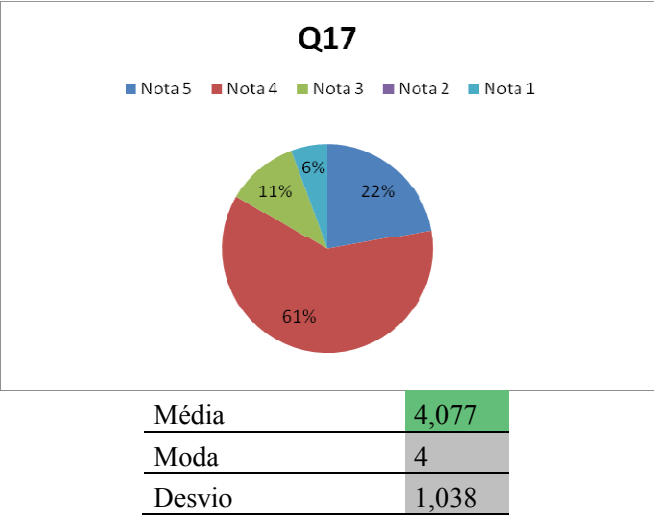


Fonte: Autor (2010)

Apesar da nota 1 ter sido marcada por 6% dos especialistas para esta diretriz, 38% marcaram a nota 4 e 56% marcaram a nota 5. A disparidade das respostas, já que foram marcadas notas 5, 4 e 1, leva a possibilidade de que, para esta questão, houve diferentes interpretações dos especialistas.

2. Incluir abordagens para facilitar a remanufatura.

**Figura 31 – Resultado da avaliação estatística paradi-retriz 2/ barreira f37**

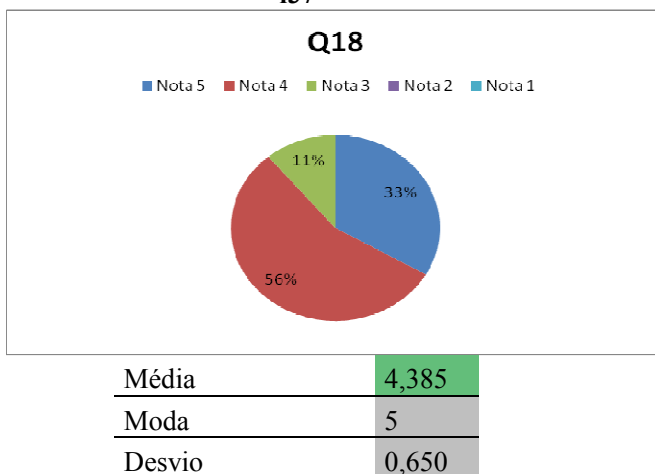


Fonte: Autor (2010)

Apesar da maior parte das respostas serem as notas 4 (61%) e 5 (22%), somando um total de 83%, o especialista G considerou esta diretriz muito genérica, já que não foi explicada nem exemplificada quais abordagens estão sendo consideradas nesta diretriz.

3. Utilizar ferramentas e métodos para decidir quais características o produto deve ter para facilitar a remanufatura.

**Figura 32 – Resultado da avaliação estatística para diretriz 3/ barreira f37**

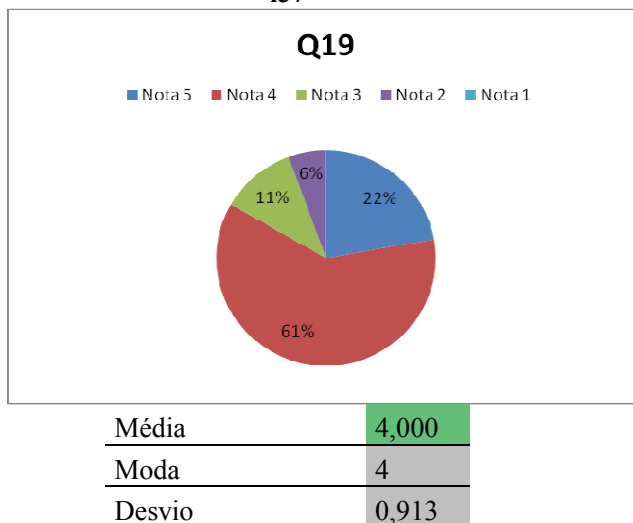


Fonte: Autor (2010)

A diretriz 3, desenvolvida para esta barreira, conta com 56% de notas 4 e 33% de notas 5, o que demonstra a prevalência destas duas notas. Apesar de não ter havido comentário dos especialistas para esta questão, o resultado da avaliação leva a crer que os especialistas consideram a importância desta diretriz, visto que todas as respostas foram 3, 4 ou 5.

4. Implementar práticas de ecodesign para facilitar a remanufatura do produto.

**Figura 33 – Resultado da avaliação estatística paradiretriz 4/ barreira f37**

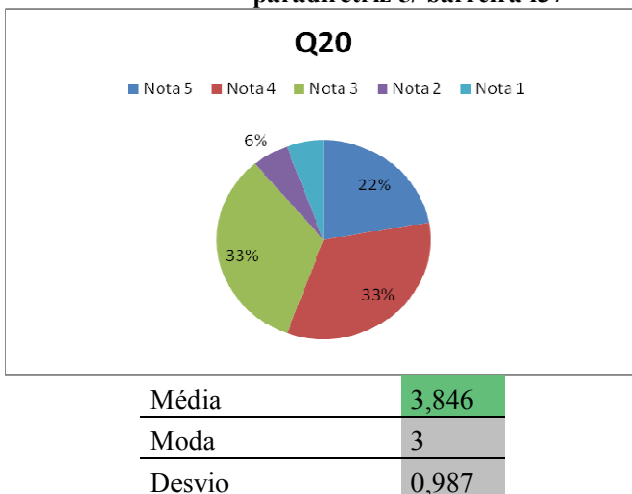


Fonte: Autor (2010)

Também para a diretriz 4 prevaleceram as notas 4 (61%) e 5 (22%). A maioria das notas foi 4, o que pode ser explicado pelo fato de que as práticas de ecodesign são uma das formas para facilitar a remanufatura no produto, podendo assim evitar parcialmente a ocorrência da barreira f37. No entanto, outras diretrizes deverão ser utilizadas simultaneamente para evitar complementamente a ocorrência da barreira citada.

5. Realizar a engenharia reversa dos produtos.

**Figura 34 – Resultado da avaliação estatística  
paradiretriz 5/ barreira f37**



Fonte: Autor (2010)

Finalmente, a diretriz 5 da barreira f37 também obteve a maioria de notas entre 4 (33%) e 5 (22%), apesar de 33% das notas ter sido 3 e terem sido marcadas também notas 1 e 2. Conforme comentando em questões anteriores, a variedade de respostas assinaladas para esta diretriz demonstra que pode ter havido diferentes interpretações para a questão.

### 8.3.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A ANÁLISE DOS GRÁFICOS

Na tabela 2, percebe-se que das vinte questões respondidas pelos especialistas, dezessete delas obtiveram uma porcentagem maior que 50% na soma das notas 4 e 5. Estas respostas são consideradas satisfatórias, já que mostram que estas dezessete diretrizes contribuem para evitar de algum forma (total ou parcial) a ocorrência da barreira relacionada a ela.

Somente três diretrizes obtiveram resultados não satisfatórios, que são aquelas presentes nas questões 3, 7 e 11. Estas questões tiveram uma porcentagem igual ou menor que 50% na soma das porcentagens das questões 4 e 5, conforme observado na Tabela 2.



Também é importante notar que no valor do desvio padrão calculado para cada questão, a grande maioria destes é alto, demonstrando que as notas dadas a mesma questão foi diversificada. Um dos motivos que pode ter levado a isto é a interpretação diferente que os especialistas podem ter atribuído a uma mesma diretriz.

**Tabela 2 - Porcentagens de notas 4 e 5 por questão**

<b>Questão (Q)</b>	<b>Porcentagens de respostas 4 e 5</b>
1	78%
2	94%
3	33%
4	83%
5	61%
6	95%
7	22%
8	72%
9	55%
10	56%
11	45%
12	89%
13	55%
14	61%
15	67%
16	94%
17	83%
18	89%
19	83%
20	55%

Fonte: Autor (2010)

As questões cujas diretrizes (e barreiras relacionadas) apresentaram resultados não satisfatórios foram:

Q3. Aumentar a colaboração com outros atores da cadeia de suprimentos (barreira a6);

Q7. Controlar a qualidade de produtos usados por meio de uma pré-inspeção (barreira b13);

Q11. Aumentar a participação dos funcionários, estimulando projetos pessoais (barreira e28).

Alguns fatores podem explicar as baixas notas atribuídas a estas questões. Uma das possibilidades é o modo como foram escritas e expostas estas diretrizes, ou seja, problemas na elaboração do questionário. Na Q3, a diretriz elaborada pode estar muito genérica e de difícil visualização da ligação entre a diretriz e a barreira a6 e como esta evita a ocorrência de tal barreira. No caso da Q7, a pré-inspeção mencionada na diretriz não é explicada e pode ter deixado dúvidas sobre sua utilidade e efetividade. O mesmo cabe para a Q11, já que os projetos pessoais também não foram explicados ou mencionados.

O acesso dos especialistas ao documento completo poderia ter facilitado a compreensão das diretrizes, já que no capítulo anterior cada diretriz foi explicada e exemplificada. No entanto, isto dificultaria a colaboração de grande parte dos especialistas, visto que o material seria extenso e muitos acabariam por não responder o questionário.

#### 8.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DESTE CAPÍTULO

O desenvolvimento e análise dos gráficos possibilitou um melhor entendimento de como foram avaliadas as diretrizes, além de oportunidades de melhorá-las.

No que diz respeito às porcentagens de notas 4 e 5, o resultado da avaliação das diretrizes pode ser considerado satisfatório, já que 85% (dezessete questões) das respostas obtiveram um resultado maior que 50% na soma das respostas 4 e 5, o que mostra que as diretrizes destas questões evitam parcialmente ou totalmente as barreiras relacionadas a elas.

Das três questões que não alcançaram esta porcentagem, uma delas é diretriz da barreira a6, outra da b13 e da e28. Assim, segundo esta análise, todas as diretrizes da barreira f37 estão dentro do resultado considerado satisfatório e apenas uma diretriz de cada uma das outras barreiras não se encontra dentro deste resultado, o que mostra que, na sua maioria, as diretrizes delineadas evitam parcialmente ou completamente a barreira para a qual esta foi desenvolvida.

Observou-se também um elevado desvio padrão na maioria das respostas. Um dos motivos que pode ter levado a isto foi a dificuldade que os especialistas podem ter enfrentado para entender o que a diretriz realmente queria dizer, já que os estes não tiveram acesso ao documento que explicava e exemplificava cada diretriz (capítulo 7), o que pode ter levado aos comentários sobre a generalidade e falta de exemplos de determinadas diretrizes.

Outra limitação que deve ser considerada é o fato desta avaliação ter contado com uma amostra pequena. Houve dificuldade de encontrar especialistas na área de remanufatura e a falta de disponibilidade de alguns destes profissionais em contribuir com a avaliação da pesquisa.

## 9 CONCLUSÕES

Este último capítulo apresenta as conclusões e contribuições obtidas com esta pesquisa, bem como recomendações para trabalhos futuros. Para tanto, o capítulo foi dividido em três partes, sendo que a primeira mostra as conclusões obtidas com relação aos objetivos principais e específicos propostos no capítulo 1. Já a segunda parte levanta as contribuições identificadas por meio do desenvolvimento deste trabalho e, em seguida, algumas recomendações para trabalhos futuros.

É importante ressaltar que, no presente trabalho, cada capítulo possui uma conclusão mais detalhada referente ao desenvolvimento do mesmo, sendo que nesta conclusão serão mostradas as considerações gerais de toda a pesquisa.

### 9.1 EM RELAÇÃO AOS OBJETIVOS DO PRESENTE TRABALHO

O objetivo principal deste trabalho - identificar barreiras e propor diretrizes para a implementação do Sistema de Remanufatura – foi contemplado, visto que, por meio da revisão bibliográfica e dos estudos de caso foi possível identificar as barreiras que dificultam a implementação do Sistema de Remanufatura e, ainda com a utilização da ARA, identificar quais são as barreiras que podem ser consideradas causas para a ocorrência destas dificuldades, que foram denominadas neste trabalho como barreiras principais.

Além disto, o conhecimento das barreiras principais possibilitou a proposição de diretrizes para evitar a ocorrência destas, desenvolvidas também por meio da revisão da literatura e dos achados dos estudos de caso.

Considerou-se a importância de validar tais diretrizes, para verificar se as mesmas apresentam condições de evitar as barreiras para as quais elas foram desenvolvidas. Por meio de um questionário, respondido por 18 especialistas, foi possível analisar os resultados de diferentes formas, utilizando a estatística descritiva.

Em relação aos objetivos específicos deste trabalho:

- Levantar o estado da arte sobre remanufatura;

Este objetivo foi contemplado no capítulo 2, quando foram levantadas várias pesquisas sobre remanufatura, buscando conceituar o tema, mostrar seus motivadores, bem como mostrar a forma que a remanufatura está sendo abordada no Brasil.

- Organizar os conhecimentos sobre remanufatura, por meio da visão de Sistema de Remanufatura e os elementos inseridos neste sistema, contribuindo para uma visão integrada e para a ampliação do conhecimento teórico sobre o tema;

Foi possível conceituar o Sistema de Remanufatura, considerando os elementos que fazem parte deste sistema. Chegou-se a este sistema por meio de outros trabalhos já presentes na literatura, que levou a uma proposta de quais elementos estão inseridos neste e quais são suas características e interações.

- Levantar o estado da prática da remanufatura no Brasil;

Por meio dos estudos de caso realizados no capítulo 4, foi possível conhecer como empresas no Brasil estão colocando em prática a remanufatura. Características dos elementos do sistema foram abordadas, além de uma pesquisa sobre quais barreiras tais empresas enfrentam para implementar o Sistema de Remanufatura. Foi percebida uma grande semelhança entre as barreiras que tais empresas enfrentam e aquelas levantadas na literatura. Apenas uma nova barreira foi citada por uma das empresas, sendo que esta foi adicionada na lista de barreiras utilizadas para construir a ARA.

- Identificar quais barreiras contribuem para a ocorrência da maioria das barreiras identificadas;

Estas barreiras foram identificadas por meio da construção da ARA, no capítulo 5. Para estas barreiras, foram levantadas diretrizes.

- Avaliar as diretrizes propostas para contornar as barreiras que são causas raízes.

Buscando verificar se as diretrizes levantadas realmente evitam a ocorrência da barreira relacionada a ela, foi formulado e aplicado um questionário, sendo que especialistas em remanufatura avaliaram o quanto cada diretriz evita a ocorrência da barreira relacionada à mesma. Utilizando os dados obtidos com os questionários foi realizada uma análise, sendo que as principais conclusões obtidas foram:

- As diretrizes das questões Q3, Q7 e Q11 se destacaram na análise dos gráficos, levando a crer que estas estão entre os pontos fracos da lista de diretrizes e devem ser revisadas, já que, nestas questões, não foi possível alcançar uma soma maior que 50% das notas 4 e 5;
- As outras dezessete questões alcançaram uma soma maior que 50% das notas 4 e 5;
- O desvio padrão da maioria das questões encontra-se elevado, devido à variedade de notas marcadas em nestas questões. Isto

pode ter ocorrido devido a alguns fatores, como a dificuldade de interpretar a diretriz ou ao modo como a diretriz foi escrita e exposta;

## 9.2 EM RELAÇÃO À CONTRIBUIÇÃO DO TRABALHO

Ao investigar a literatura que trata de remanufatura, não foi encontrado nenhum modelo que tratasse da remanufatura como um sistema ou que tratasse dos elementos que fazem parte de um Sistema de remanufatura. Este trabalho consolidou e organizou os elementos deste sistema, possibilitando um melhor entendimento da remanufatura, facilitando trabalhos futuros, e também para as empresas que estão estruturando a remanufatura ou que pretendem iniciá-la.

Ainda, além da ampliação do conhecimento teórico sobre remanufatura, a possibilidade de enxergá-la como um sistema e o conhecimento prévio de possíveis barreiras facilita com que este sistema possa ser estruturado já se precavendo das mesmas.

Ressalta-se também a importância das diretrizes propostas que, além de auxiliarem as empresas de remanufatura, poderão ser mais estruturadas e organizadas e consolidar-se como uma base inicial para um modelo de estruturação do Sistema de Remanufatura, podendo ser utilizado como um guia para as empresas que querem iniciar ou estruturar este sistema.

## 9.3 EM RELAÇÃO A TRABALHOS FUTUROS

Algumas possibilidades de trabalhos a serem desenvolvidos são:

- Aplicar, em uma empresa de remanufatura, as diretrizes relativas à determinada barreira que a empresa apresentar;
- Ampliar a pesquisa sobre as barreiras para a implementação do Sistema de Remanufatura, buscando barreiras que ocorram em outros setores;
- Organizar as diretrizes, iniciando a sistematização de um modelo para estruturar o Sistema de Remanufatura.

## 9.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Algumas limitações deste trabalho podem ser apontadas, como:

- Ausência de pesquisas sobre remanufatura em outros setores, além do automotivo;

- Questões relacionadas com a tecnologia para remanufatura não foram tratadas, pois não foram encontrados trabalhos na literatura que tratassem das barreiras relacionadas à tecnologia para remanufatura.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, R. V. **Bens Usados x Remanufaturados:** as prováveis mudanças nos cenários comerciais internacional e brasileiro. International Centre for Trade and Sustainable Development, n. 2. v. 4, abr. 2008.

AMEZQUITA, T. HAMMOND, R. SALAZAR, M.; BRAS, B. Characterizing the remanufacturability of engineering systems. **Proceedings of ASME Advances in Design Automation Conference**, Boston, Massachusetts, DE-Vol. 82, pp. 271-278, September 17-20, 1995.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS REMANUFATURADORES DE AUTOPEÇAS (ANRAP). Disponível em: <http://www.anrap.org.br/>. Acesso em: 03 de outubro de 2009.

ARAUJO, F. S. et al. **Estratégias do ecodesign aplicadas as atividades da logística reversa.** XXIX ENEGEP (Encontro Nacional De Engenharia De Produção). Salvador, BA, Brasil, 2009.

ATASU, A.; SARVARY, M.; VAN WASSENHOVE, L. N. Remanufacturing as a Marketing Strategy. **MANAGEMENT SCIENCE**. v. 54, n. 10, out. 2008, pp. 1731–1746.

AYRES, R.U., FERRER, G., VAN LEYNSEELE, T., Eco-efficiency, asset recovery and remanufacturing. **Eur. Manag. Journal**, v. 15, n. 5, p. 557–574, 1997.

BAINES, T. S. et al. **State-of-the-art in product-service systems.** Innovative Manufacturing Research Centre. Universidade de Cranfield, Cranfield, UK, 2007.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. Logística empresarial.** Porto Alegre: Bookman, 2006.

BARKER, S.; KING, A. **Organising Reuse: Managing the Process of Design For Remanufacture (DFR).** POMS 18th Annual Conference Dallas, Texas, EUA. 2007.



BARQUET, A. P. B.; FORCELLINI, F. A. Aspectos Críticos na Consolidação do Sistema de Remanufatura. **Revista Produção On line**. v. 9, n. 4, 2009.

BENEDICTIS, C. C. **Método: Diagnóstico da Realidade Atual com a Árvore de Causa e Efeito**. Roteiro de disciplina. Grupo de Engenharia Integrada. Núcleo de Manufatura Avançada. Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 2002.

BERTALANFFY, V. L. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1975.

BLACKBURN et al. Reverse Supply Chains for Commercial Returns. **California Management Review**, v. 46, n. 2, p. 6-22, 2004.

BRASIL. Departamento de Negociações Internacionais. Nota Técnica **DEINT nº 67/2006 Bens Remanufaturados**. Brasília, DF, 30 Agosto de 2006.

BRASIL. Departamento de Comércio Exterior. Portaria **DECEX 235/2006**. Brasília, DF, 07 de dezembro de 2006.

BRESSAN, F. O método do estudo de caso. **Administração On Line Prática - Pesquisa – Ensino**, v. 1, n. 1, jan-fev-mar - 2000.

CARLOS, M. J. **Gestão do Conhecimento no Desenvolvimento de Produto**: Estudo exploratório em equipes de projeto. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2008.

COALIZAÇÃO EMPRESARIAL BRASILEIRA (CEB). **Bens remanufaturados e as negociações em curso na OMC**. Nota Técnica. Brasília, 12 de junho de 2006.

CORBETT C.; SAVASKAN, C. **Contracting and coordination in closed-loop supply chains**. Quantitative Models for Closed Loop Supply Chain Management, 2002.

DAHER, C. E.; SILVA, E. P. S.; FONSECA, A. P. Logística Reversa: Oportunidade para Redução de Custos através do Gerenciamento da

Cadeia Integrada de Valor. **Brazilian Business Review**. Vitória, ES, v. 3, n. 1, jan/jun 2006.

DAUGHERTY, P. J.; AUTRY, C. W.; ELLINGER, A. E. Reverse logistics: the relationship between resource commitment and program performance. **Journal of Business Logistics**, v. 22, n. 1, p. 107-123, 2001.

DEBO, L.; SAVASKAN, C.; VAN WASSENHOSE, L. N. **Coordination in Closed-Loop Supply Chains**. Working Paper. 2002..

DOMINGUEZ, S. V. **O valor percebido como elemento estratégico para obter a lealdade dos clientes**. Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, v. 07, n. 4, out/dez, 2000.

FERGUSON, M. E.; TOKTAY, L. B. **The Effect of Competition on Recovery Strategies**. Technology and Operations Management, INSEAD, 2004.

FERRER, G. Yield information and supplier responsiveness in remanufacturing operations. **European Journal of Operational Research**, n.149, p. 540–556, 2003.

FERRER, G.; WHYBARK, D. C. From Garbage to Goods: Successful Remanufacturing Systems and Skills. **Business Horizons**. Nov-dez, 2000.

FILHO, C. F. F. C.; JUNIOR, L. C. B. C.; COSTA, M. G. F. Indústria de cartucho de toner sob a ótica da remanufatura: estudo de caso de um processo de melhoria. **Revista Produção**, v. 16, n. 1, p 100 – 110. Jan./Abr. 2006.

FIORAVANTI, R. D.; CARVALHO, M. F. H. **Aplicações de modelos de cadeia reversa em uma operação de serviços**: estudo de caso no setor de serviços de impressão. XI Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais. SIMPOI, 2008.

GEYER, R.; JACKSON, T. Supply Loops and Their Constraints: The Industrial Ecology of Recycling and Reuse. **California Management Review**, v. 46, n. 2, p.55-73, 2004.

GIACOBO, F.; ESTRADA, R. J. S.; CERETTA, P. S. Logística reversa: a satisfação do cliente no pós-venda. **Revista eletrônica da administração (REAd)**, ed. 35, v. 9, n. 5, set-out., 2003.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GINSBURG, J. Once Is Not Enough. **Business Week**. Issue 3728, p. 128-129B, 2001.

GIUNTINI, R. **Crafting an OEM Warranty Program for a Remanufactured/Overhauled Capital Good**. White paper, 2008, p. 1-21.

GIUNTINI, R; GAUDETTE, K. Remanufacturing: The next great opportunity for boosting US productivity. **Business Horizons**, 2003.

GOLDRATT, E. M. e COX, Jeff. **A Meta**. São Paulo: Educator, 1993.

GOLDRATT, E. M. **Mais que Sorte... Um Processo de Raciocínio**. São Paulo: Educator, 1995.

GOLDRATT, E. M. **Não é Sorte**. São Paulo: Educator, 2004.

GOTO, A. K.; KOGA, E. K.; PEREIRA, R. S. **Logística reversa**: Um estudo de caso em indústria automobilística. IX Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais. SIMPOL, 2006.

GRAY, C; CHARTER, M. **Remanufacturing and Product Design**: Designing of the 7<sup>th</sup> Generation. The Centre for Sustainable Design. South East England Development Agency (SEDA), 2006.

GUIDE Jr, V. D. R.; JAYARAMAN, V.; LINTON., J. D. Building contingency planning for closed-loop supply chains with product recovery. **Journal of Operations Management.**, 2002.

GUIDE Jr, V.D.R., VAN WASSENHOVE, L.N. The reverse supply chain. **Harvard Business Review**, v. 80, n. 2, p. 25–26, 2002.

GUIDE, V. D. R. J. Production planning and control for remanufacturing: industry practice and research needs. **Journal of Operations Management**, v. 18, p. 467- 483, 2000.

GUIDE, V. D. R. Jr.; HARRISON, T. P.; VAN WASSENHOVE, L. N. **The Challenge of Closed-Loop Supply Chains**, v. 33, n. 6, Nov-Dez 2003, p. 3–6.

GUIDE, V. D. R. Jr.; VAN WASSENHOVE, L. N. The Evolution of Closed-Loop Supply Chain Research. **Operations Research**, v. 57, n. 1, Jan-Fev 2009, pp. 10–18.

GUIDE, V. D. R. Jr; TEUNTER, R. H.; VAN WASSENHOVE, L. N. Matching Demand and Supply to Maximize Profits from Remanufacturing. **Manufacturing & Service Operations Management**, v. 5, n. 4, p. 303–316, 2003.

HAMMOND, R.; AMEZQUITA, T.; BRAS, B. A. Issues in the Automotive Parts Remanufacturing Industry: Discussion of Results from Surveys Performed among Remanufacturers. **International Journal of Engineering Design and Automation** – Special Issue on Environmentally Conscious Design and Manufacturing, v. 4, n. 1, p. 27-46, 1998.

HERMANSSON, H.; SUNDIN, E. **Managing the Remanufacturing Organization for an Optimal Product Life Cycle**. Division of Production Systems, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Linkoping, Suécia, 2005. p. 143–156.

HILL, Manuela M.; HILL, Andrew. **Investigação por Questionário**. 2ª Edição. Lisboa: Silabo, 2008.

IJOMAH W. L., et al. **Development of design for remanufacturing guidelines to support sustainable manufacturing**. Robot Comput Integr Manuf, 2007.

IJOMAH, W. L.; CHILDE, S.; MCMAHON, C. **Remanufacturing: A Key Strategy for Sustainable Development**. 2004.

JACOBSSON, N. **Emerging Product Strategies: Selling services of remanufactured products**. Dissertação. The International Institute of Industrial Environmental Economics – Lund University, Sweden, 2000.

JOHNSON, R. A., KAST, F. E., ROSENWEIG, J. E. **The theory and management of systems**. New York, International Student Edition, Mc Graw-Hill, 1963.

KATO, P.; LAURINDO, F. J. B. **Discutindo o Planejamento Integrado de uma Remanufatura em um ciclo fechado de Supply Chain**. XXIV ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção), Florianópolis, SC, 2004.

KING, A; M.; BURGUESS, S. C. The development of a remanufacturing platform design: a strategic response to the Directive on Waste Electrical and Electronic Equipment. Proc. IMechE Part B: **Journal of Engineering Manufacture**, v. 219, 2005, p. 623 – 631.

KIM, S.; MABIN, V. J.; DAVIES, J. The theory of constraints thinking processes: retrospect and prospect. **International Journal of Operations & Production Management**. v. 28, n. 2, 2008, p. 155-184.

LACERDA, L. **Logística reversa, uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais**. Centro de Estudos em Logística. COPPEAD, UFRJ, 2004.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 1993.

LEITE, P. R. et al. **O papel dos ganhos econômicos e de imagem corporativa na estruturação dos canais reversos**. Gestão.Org, v. 4, n. 4, Set-Dez. 2006.

LEITE, P. R. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

LINDAHL, M.; SUNDIN, E.; ÖSTLIN, J. **Environmental Issues within the Remanufacturing Industry**. 13th CIRP International Conference On Life Cycle Engineering. Proceedings of LCE.

Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Linköpings Suécia, 2006.

LINDHQVIST, T. **Extended Producer Responsibility in Cleaner Production. Policy Principle to promote environmental.** Tese (Doutorado) – Instituto Internacional de Gestão Ambiental e Econômica. Universidade de Lund, Suécia, 2000.

MAGALHÃES, A. D. F., LUNKES, I. C. **Sistemas Contábeis.** São Paulo: Atlas, 2000.

SHERWOOD, M. **Supporting Design for Remanufacture through a waste-stream analysis of automotive engine remanufacturers.** Dissertação. (Mestrado em Engenharia Mecânica e Industrial). Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial, Universidade de Toronto, Canadá, 2000.

MIGUEZ, E.; MENDONÇA, F. M.; VALLE, R. A. B. **Impactos ambientais, sociais e econômicos de uma política de logística reversa adotada por uma fábrica de televisão: um estudo de caso.** XXVII ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção), Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2007.

MITRA, S.; WEBSTER, S. Competition in remanufacturing and the effects of government subsidies. **International Journal of Production Economics**, n. 111, p. 287–298, 2008.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Applied Statistics and Probability for Engineers.** 3 ed. New York: John Wiley & Sons, 2003.

MONT, O. Drivers and barriers for shifting towards more service-oriented businesses: Analysis of the PSS field and contributions from Sweden. **The Journal of Sustainable Product Design**, v. 2, p. 89–103, 2002.

MONT, O. **Product-Service Systems.** The International Institute of Industrial Environmental. Economics, Universidade de Lund, 2000.

NASR, N.; THURSTON, M. **Remanufacturing: A Key Enabler to Sustainable Product Systems**. 13th CIRP International Conference On Life Cycle Engineering. Proceedings of LCE, 2006.

NETO A. R.; ZUCCHI, C. Diagnóstico do problema-raiz na INCOB comunicação integral com a utilização da árvore da realidade atual: um estudo de caso. XXIII ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção), 2003.

NETO, A. R.; BORNIA, A. C. **A utilização da ferramenta árvore da realidade atual (ARA) para a identificação do problema raiz em uma instituição de ensino superior (IES)**. XXI ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção), 2001.

NONAKA, I. e TAKEUCHI, H. **Criação de conhecimento na empresa**: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação. Rio de Janeiro: Campus, 358 p, 1997.

OIKO, O. T. et al. **Além do projeto conceitual: a remanufatura no processo de desenvolvimento de produtos**. XXIX ENEGEP (Encontro Nacional De Engenharia De Produção), Salvador, BA, Brasil, 2009.

OLIVEIRA, D. P. R. **Sistemas, Organização e Métodos**. São Paulo: Atlas, 2001.

OLIVEIRA, J. P.; PORTELA, L. O. V. A Cidade Como Um Sistema: Reflexões Sobre a Teoria Geral de Sistemas Aplicada à Análise Urbana. Perspectivas Contemporâneas. **Revista eletrônica de ciências sociais aplicadas**, v. 1, n. 2, p. 164-182, nov./maio 2006.

OLIVEIRA, J. R. M. **Modos empregados por uma empresa de produtos injetados plásticos, para gerenciar o seu conhecimento disponível**: o caso da Multibrás da Amazônia S.A. Dissertação. (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-graduação em Administração, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ÖSTLIN, J. **On Remanufacturing Systems**: Analysing and Managing Material Flows and Remanufacturing Processes. Dissertação (Mestrado

em Administração e Engenharia) – Universidade de Linköping, Suécia, 2008.

ÖSTLIN, J.; SUNDIN, E.; BJÖRKMAN, M. Importance of closed-loop supply chain relationships for product remanufacturing. **International Journal of Production Economics**, n.115, p. 336– 348, 2008.

PARK, M. **Sustainable Consumption in the consumer electronics sector: Design solutions and strategies to minimise product obsolescence 6<sup>th</sup>**. Asia Pacific Roundtable for Sustainable Consumption and Production. Melbourne, 2005.

PIGOSSO et al. **Ecodesign for remanufacturing**. Global Conference of Sustainable Manufacturing (GCSM)., Chennai, India, 2009.

PIGOSSO, D. A. **Integração de métodos e ferramentas do eco-design ao Processo de Desenvolvimento de Produtos**. Relatório final de Iniciação Científica apresentado à FAPESP. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (USP), São Carlos, 2008.

PIRES, N. **Modelo para a logística reversa dos bens de pós-consumo em um ambiente de cadeia de suprimentos**. 2007. 275f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2007.

RENTES, A. F.; SOUZA, F. B. **Os processos de raciocínio da teoria das restrições como ferramentas para um processo de melhoria contínua focalizada**. XVII ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção), 1997.

ROGERS, D.S., TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going backwards: reverse logistics practices and trends**. Reno, Nevada, Reverse Logistics Executive Council, 1998.

ROSSI, R. M. **Método para análise interna das organizações: uma abordagem a partir da Resource-Advantage Theory**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSCar, São Carlos, 2009.



ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. **Gestão de desenvolvimento de produtos**. São Paulo: Saraiva, 2006.

THE RESOURCE RECOVERY FORUM (RRF). **Remanufacturing in the UK: A Significant Contributor to Sustainable Development?** Residua Limited: Lancaster, UK, 2004.

SANTOS, T. M. R.; LOPES, N. M. S.; SILVA, C. S. **As transformações da economia e a Gestão do Conhecimento**. XV SIMPEP (Simpósio de Engenharia de Produção), Bauru, 2008.

SAVASKAN, R. C. Closed-Loop Supply Chain Models with Product Remanufacturing. **Management Science**, v. 50, n. 2, fev. 2004, p. 239–252.

SCHUCH, C. G. **Proposta de um Modelo para o Planejamento Ágil do Projetos de Produtos**. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Mecânica). Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

SEITZ, M. A.; PEATTIE, K. Meeting the closed-loop challenge: the case of remanufacturing. **California Management Review**, v. 46, n. 2, 2004, p. 74-89

SEITZ, M. S. A critical assessment of motives for product recovery: the case of engine remanufacturing. **Journal of Cleaner Production**, v.15, 2006, p 1147-1157.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4.ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

STEINHILPER, I. R.; BRENT, A. **Saving Product Lives in Global and Local Remanufacturing Networks: A Scientific and Commercial Work Report and an Outlook**. Third International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing. Tokyo, Japão, 2003.

STEINHILPER, R. **Remanufacturing: The Ultimate form of Recycling**. Fraunhofer IRB Verlag: Stuttgart, 1998.

STOCK, J. R. **Reverse logistics in the supply chain**. Transport and logistics. Business Briefing: Global Purchasing and Supply Chain Strategies. Jun., 2001.

STOCK, J., SPEH, T., SHEAR, H. Many happy (product) returns. **Harvard Business Review**, v. 16, jul., 2002.

SUNDIN, E. et al. **Remanufacturing of Products used in Product Service System Offerings**. The 41st CIRP Conference on Manufacturing Systems, 2008.

SUNDIN, E. **Product and Process Design for Successful Remanufacturing**. 2004. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade de Linköpings Suécia, 2004.

SUNDIN, E.; BRAS, B. **Making Functional Sales Environmentally And Economically Beneficial Through Product Remanufacturing**. Journal Of Cleaner Production, v. 13, p. 913-925, 2005.

THIERRY, M. et al. Strategic issues in product recovery management. **Californian Management Review**, v. 37, n. 2, p. 114–135, 1995.

TOFFEL, M. W. Strategic Management of Product Recovery. **California management review**, v. 46, n. 2, 2004.

TOKTAY, L. B.; WEIN, L. M., ZENIOS, S. A. Inventory Management of Remanufacturable. **Management Science**, v. 46, n. 11, Nov. 2000, p. 1412-1426.

TOKTAY, L. B.; WEIN, L. M., ZENIOS, S. A. **Inventory Management of Remanufacturable**. Management Science, v. 46, n. 11, Nov. 2000, p. 1412-1426.

UHLMANN, G. W. **Teoria Geral dos Sistemas: Do Atomismo ao Sistemismo**. São Paulo: Instituto Siegen, 2002.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Product-Service Systems and Sustainability**. Opportunities for Sustainable Solutions. Paris: UNEP, 2002.

WILLIAMS, A. Product-service systems in the automotive industry: the case of micro-factory retailing. **Journal of Cleaner Production**, v.14, p. 172-184, 2006.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZANETTE, E. T. **A Remanufatura no Brasil e no Mundo: Conceitos e Condicionantes. 2008. Monografia.** (Graduação em Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2008.

## APÊNDICES

### APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO FORMULADO PARA A REALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO

#### QUESTIONÁRIO

Nome da empresa (opcional):

Área de atuação da empresa/ setor:

Data:

Cargo:

- Quantos funcionários a empresa possui? E como a empresa está dividida, em relação à sua hierarquia?

- Qual é o público alvo da empresa?

- Como você define remanufatura?

#### MOTIVADORES DA REMANUFATURA

- Porque sua empresa escolheu por remanufaturar produtos? Marque com “X”.

☐ Pressões do mercado globalizado

☐ Legislação (normas ou leis de responsabilidade do produto)

☐ Concorrência

☐ Redução de custos (reutilização de partes, menor utilização de recursos, etc.)

☐ Preocupação ambiental (menor utilização de recursos naturais)

☐ Melhorar a imagem da empresa

☐ Forma mais rápida de entregar produtos aos clientes

☐ Demanda (clientes procuram por produtos remanufaturados)

☐ Ampliação da faixa de mercado (atendimento de uma nova faixa de mercado)

Outro(s):

---

#### CADEIA DE SUPRIMENTOS REVERSA

- Como a empresa lida com as incertezas referentes à **quantidade** da carcaça (produtos utilizados como matéria-prima da remanufatura)?

Como a empresa lida com as incertezas referentes à **qualidade** da carcaça?

Como a empresa lida com as incertezas referentes ao **momento de retorno** da carcaça?

- Quantos fornecedores de matéria-prima para remanufatura a empresa possui?

- Os fornecedores são selecionados baseado em quais requisitos?

Enumere de 1 a 5, sendo 1 o requisitos mais importante.

☐ Menores custos

☐ Flexibilidade nas negociações

☐ Maior qualidade na matéria – prima

☐ Entregas mais rápidas da matéria – prima

☐ Atendimento eficiente das quantidades de matéria – prima pedida

☐ Outros \_\_\_\_\_

- Quem é seu fornecedor? Especifique uma porcentagem:

☐ Clientes que utilizaram o produto

☐ Empresas que compram produtos usados do cliente e vendem para sua empresa

☐ Outros \_\_\_\_\_

- Se o cliente é o fornecedor da matéria-prima, como a empresa controla quando ocorrerá o retorno de produtos? Como você acha que esse controle poderia ser melhorado, para a empresa ter informações mais precisas sobre o retorno do produto?

- Qual o tipo de relacionamento que a empresa tem com seus fornecedores? Marque com “X”.

☐ Próximo, o que facilita as negociações

☐ Contatos esporádicos, mais no momento em que a empresa recebe a matéria-prima do fornecedor

☐ Distante, com inflexibilidades para negociações

☐ Outro(s):

---

- Como você acha que este relacionamento e a comunicação podem ser melhorados?
- A empresa se responsabiliza pelo transporte do produto usado até a fábrica?
- Existem pontos de estocagem antes da chegada da carcaça na fábrica? Se sim, quantos seriam? Estes pontos são para todos os produtos ou são separados por tipos?
- Como a empresa adquire os produtos usados como matéria-prima para a remanufatura?

### **FLUXO DE INFORMAÇÕES**

- Existe alguma base de dados ou alguma forma de fluxo de informações sobre o produto, incluindo informações sobre sua pesquisa e desenvolvimento, produção pelo fabricante original e seu uso? Se sim, quais momentos de vida do produto que esta base engloba? Se não, a empresa já pensou em estruturar uma base de dados que integrasse todo o ciclo de vida do produto?
- A empresa possui contato com os usuários e/ou informações sobre o produto durante seu primeiro ciclo de vida do produto?

### **HABILIDADE DOS FUNCIONÁRIOS**

- Se você pudesse quantificar a automatização do seu processo de remanufatura, seria:

- ☐ 50% humano, 50% por meio de equipamentos
- ☐ 100% humano
- ☐ 100% por meio de equipamentos
- ☐ Outro(s): \_\_\_\_\_

- Você acha necessário qualificar os funcionários para a remanufatura? Se sim, de que forma a empresa faz isto?

## **COMERCIALIZAÇÃO DO PRODUTO REMANUFATURADO**

- A empresa apresenta algum outro tipo de relacionamento com o cliente, além de vendas, como por exemplo, aluguel de seus produtos? Se sim, qual seria?

- A empresa apresenta alguma forma e/ou estratégias para conscientizar o seu cliente sobre a qualidade do produto remanufaturado?

- Quais serviços a empresa disponibiliza para os seus clientes?

- Marque um “X” nas estratégias de marketing usadas pela empresa para promover o produto remanufaturado:

☐ Preço inferior do remanufaturado comparado ao novo

☐ Qualidade equivalente do produto remanufaturado quando comparado ao novo

☐ Força da marca da empresa que remanufatura

☐ Força da marca do fabricante original

☐ Outros:

---

## **OPERAÇÃO E PROJETO PARA DE REMANUFATURA**

- Como a qualidade da carcaça é avaliada, levando a decisão de remanufaturá-la ou não? Existem critérios? Quais?

- Quais das etapas listadas abaixo a empresa realiza? Marque um “X”.

☐ Coleta e triagem dos produtos usados (carcaças) para posterior remanufatura

☐ Transporte desta carcaça para a fábrica

☐ Operação de remanufatura (desmontar, inspecionar, reprocessar, etc.)

☐ Marketing e vendas dos produtos remanufaturados

☐ Outro(s):

---

- Enumere a sequência de etapas abaixo, para a transformação do produto usado em produto remanufaturado:

☐ Transporte

☐ Estocagem

☐ Triagem

☐ Armazenagem

☐ Inspeção

☐ Limpeza

☐ Reprocessamento

☐ Outro: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

☐ Desmontagem

☐ Outro:

- Qual das etapas acima é mais complexa no processo de remanufatura?  
Por quê?

- A inspeção da carcaça ocorre visualmente ou a empresa utiliza algum equipamento para a realização da inspeção?

- O produto remanufaturado possui garantia? Se sim, essa garantia é inferior, equivalente ou superior a de um novo produto?

### **MODELO DE NEGÓCIOS**

- Alguma das etapas do processo de remanufatura é terceirizada? Se sim, qual delas e porque desta decisão?

- Você sabe o q é PSS (Product – Service System), conhecido no Brasil como SPS (Sistema Produto - Serviço)? Se sim, como você definiria este termo?



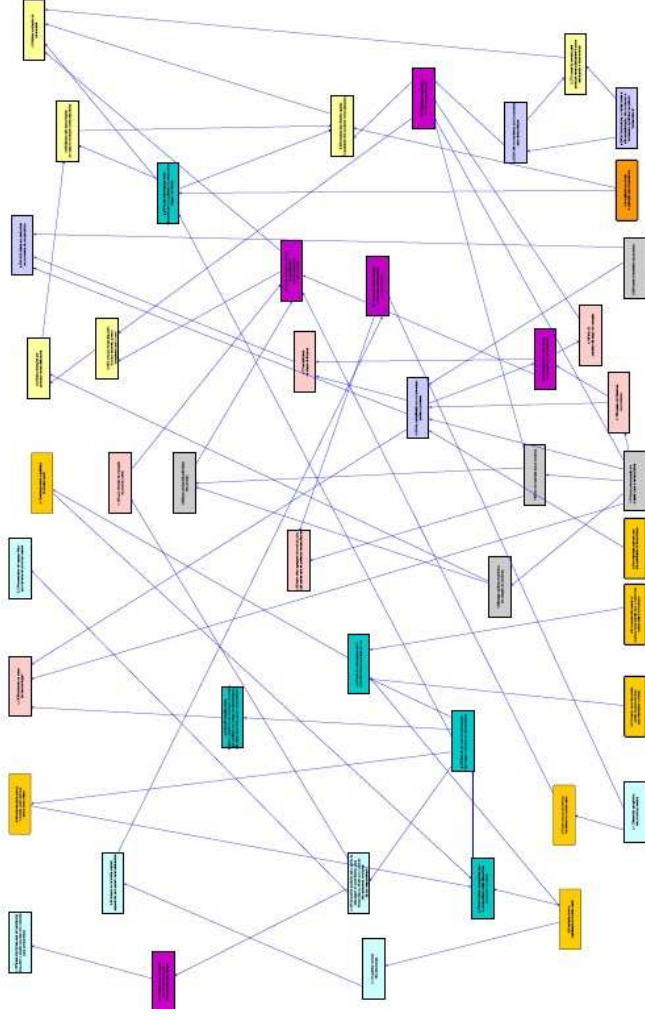
## BARREIRAS PARA REMANUFATURA

Assinale os itens que dificultam a implementação/consolidação da remanufatura na sua empresa:

<input type="checkbox"/> Incertezas sobre a qualidade do produto usado
<input type="checkbox"/> Incertezas sobre a quantidade do produto usado
<input type="checkbox"/> Incertezas sobre quando o produto usado retornará para a remanufatura
<input type="checkbox"/> Excesso de produtos usados esperando para serem remanufaturados, o que aumenta a necessidade de espaços
<input type="checkbox"/> Dispersão geográfica dos produtos usados
<input type="checkbox"/> Transportar produtos até o ponto de estocagem ou para fábrica, para remanufatura, sendo que o produto não apresenta condições de ser reaproveitado
<input type="checkbox"/> Necessidade de estruturar a logística reversa
<input type="checkbox"/> Partes que estão impróprias para remanufaturar podem bloquear o acesso as aquelas que apresentam potencial para serem remanufaturadas
<input type="checkbox"/> Baixa demanda por produtos remanufaturados
<input type="checkbox"/> Demanda instável para produtos remanufaturados
<input type="checkbox"/> O produto remanufaturado pode ser pouco atraente, quando comparado com o novo
<input type="checkbox"/> Baixa aceitação do consumidor
<input type="checkbox"/> Incerteza dos clientes quanto à qualidade dos produtos remanufaturados, tornando-os desconfiados em adquiri-los
<input type="checkbox"/> O canal de vendas para produtos remanufaturados é pouco estruturado e desenvolvido
<input type="checkbox"/> Falta de um fluxo de informações que integre o sistema de remanufatura
<input type="checkbox"/> As informações sobre a lógica e sequência da montagem do produto, que auxiliaria na etapa de desmontagem, não estão disponíveis para o remanufatureiro
<input type="checkbox"/> Informações necessárias para a remanufatura estão disponíveis muito tarde na cadeia
<input type="checkbox"/> Falta de informações sobre o produto durante sua fase de uso

<input type="checkbox"/> Poucas informações sobre os benefícios e a qualidade da remanufatura chegam ao cliente	
<input type="checkbox"/> As empresas possuem uma alta quantidade de fornecedores e os seleciona levando em consideração somente as questões financeiras	
<input type="checkbox"/> A empresa não possui um relacionamento estreito com o cliente final, quando este é o fornecedor da matéria prima	
<input type="checkbox"/> Custo elevado de retornos individuais do produto usado	
<input type="checkbox"/> Quando o cliente é o fornecedor, ele recebe poucos incentivos aos clientes para retornarem o produto	
<input type="checkbox"/> Os funcionários, e muitas vezes a alta administração, não conhecem o verdadeiro significado da palavra “remanufatura”	
<input type="checkbox"/> A dificuldade em padronizar os processos da remanufatura, devido a variabilidade de componentes, partes, produtos e processo requer funcionários com múltiplas habilidades	
<input type="checkbox"/> Falta de habilidade dos funcionários	
<input type="checkbox"/> Elevada diversidade de produtos, o que dificulta a padronização dos processos da remanufatura	
<input type="checkbox"/> Custo elevado da inspeção do produto usado, que é uma etapa que não agrega valor	
<input type="checkbox"/> Dificuldade e falta de precisão da etapa de inspeção	
<input type="checkbox"/> Complexidade e variabilidade da etapa de limpeza	
<input type="checkbox"/> Dificuldades na etapa de desmontagem, principalmente devido ao excesso de fixadores nos produtos	
<input type="checkbox"/> Uso de grande variabilidade de materiais	
<input type="checkbox"/> Uso de materiais pouco duráveis	
<input type="checkbox"/> Baixa remanufaturabilidade de grande parte dos produtos, devido a pouca preocupação em projetar para a remanufatura	
<input type="checkbox"/> Baixo valor agregado do produto e/ou suas partes que se pretende remanufatar	
<input type="checkbox"/> Tecnologia imatura dos produtos	
<input type="checkbox"/> Design estético predomina em relação ao funcional	

- Quais outras dificuldades a empresa encontra na remanufatura?



**APÊNDICE 2 – ÁRVORE DE CAUSA E EFEITO PARA IDENTIFICAÇÃO DAS BARREIRAS NA IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE REMANUFATURA**

### APÊNDICE 3 – MODELO DA PLANILHA DE VALIDAÇÃO DA ARA

SE...	ENTÃO...	SIM	NÃO	Se NÃO, POR QUÊ?
a.2 Incertezas sobre a quantidade do produto usado	g.42 Informações necessárias para a remanufatura estão disponíveis muito tarde na cadeia			
a.2 Incertezas sobre a quantidade do produto usado	b.13 Logística reversa não estruturada			
b.11 Dispersão geográfica dos produtos usados	a.7 Custo elevado de retornos individuais do produto usado			
a.7 Custo elevado de retornos individuais do produto usado	h51 Custo elevado do produto remanufaturado quando comparado com um novo			
a.8 O cliente, como fornecedor, recebe poucos incentivos para retornar o produto	g.43 Falta de informações sobre o produto durante sua fase de uso			
b.11 Dispersão geográfica dos produtos usados	h50 Produtos usados passam muito tempo armazenados ou em transporte			
a.6 A empresa não possui um relacionamento estreito com o cliente final, quando este é o	g.43 Falta de informações sobre o produto durante sua fase de uso			



e.30 Alta variabilidade de componentes, partes e processo	c.18 Dificuldades na etapa de desmontagem				
f.37 Pouca preocupação em projetar para a remanufatura	f.39 Design estético predomina em relação ao funcional				
f.37 Pouca preocupação em projetar para a remanufatura	c.18 Dificuldades na etapa de desmontagem				
f.37 Pouca preocupação em projetar para a remanufatura	f.35 Uso de materiais pouco duráveis				
f.37 Pouca preocupação em projetar para a remanufatura	e.30 Alta variabilidade de componentes, partes e processos				
f.37 Pouca preocupação em projetar para a remanufatura	c.19 Excesso de fixadores nos produtos				
f.37 Pouca preocupação em projetar para a remanufatura	h52 Qualidade duvidosa do produto remanufaturado				
c.19 Excesso de fixadores nos produtos	h53 Complexidade e dificuldade na Operação de remanufatura				
h53 Complexidade e dificuldade na Operação de remanufatura	c.17 Variabilidade da etapa de limpeza (na Operação de remanufatura)				
h53 Complexidade e dificuldade na Operação de remanufatura	h51 Custo elevado do produto remanufaturado quando comparado com um novo				

f.35 Uso de materiais pouco duráveis	c.20 Baixo valor agregado do produto e/ou suas partes que se pretende remanufaturar			
f.35 Uso de materiais pouco duráveis	f.36 Baixa remanufaturabilidade dos produto			
c.19 Excesso de fixadores nos produtos	e.30 Alta variabilidade de componentes, partes e processos			
f.35 Uso de materiais pouco duráveis	h52 Qualidade duvidosa do produto remanufaturado			
h52 Qualidade duvidosa do produto remanufaturado	d.25 Incerteza dos clientes quanto à qualidade dos produtos remanufaturados			
h52 Qualidade duvidosa do produto remanufaturado	d.23 O produto remanufaturado é pouco atraente, quando comparado com o novo			
d.25 Incerteza dos clientes quanto à qualidade dos produtos remanufaturados	d.24 Baixa aceitação do consumidor			
g.42 Informações necessárias para a remanufatura estão disponíveis muito tarde na cadeia	g.40 Falta de um fluxo de informações que integre o Sistema de Remanufatura			



g.40 Falta de um fluxo de informações que integre o Sistema de Remanufatura	g.43 Falta de informações sobre o produto durante sua fase de uso			
g.40 Falta de um fluxo de informações que integre o Sistema de Remanufatura	g.41 As informações sobre a lógica e sequência da montagem do produto, que auxiliaria na etapa de desmontagem, não estão disponíveis para o remanufatureiro			
g.40 Falta de um fluxo de informações que integre o Sistema de Remanufatura	g.44 Poucas informações sobre os benefícios e a qualidade da remanufatura chegam ao cliente			
g.40 Falta de um fluxo de informações que integre o Sistema de Remanufatura	b.12 Transporte de produtos até o ponto de estocagem ou para fábrica, para remanufatura, sendo que o produto não apresenta condições de ser reaproveitado			
g.40 Falta de um fluxo de informações que integre o Sistema de Remanufatura	a.3 Incertezas sobre quando o produto usado retornará para a remanufatura			
g.41 As informações sobre a lógica e sequência da montagem do produto, que auxiliaria na e etapa de desmontagem, não estão	c.18 Dificuldades na etapa de desmontagem			

disponíveis para o remanufatureiro					
a.3 Incertezas sobre quando o produto usado retornará para a remanufatura			g.42 Informações necessárias para a remanufatura estão disponíveis muito tarde na cadeia		
b.12 Transporte de produtos até o ponto de estocagem ou para fábrica, para remanufatura, sendo que o produto não apresenta condições de ser reaproveitado			h.49 Produtos sem condições para remanufatura são transportados até a fábrica		
b.10 Necessidade de espaço físico para armazenar produtos usados			c.15 Custo elevado da inspeção do produto usado		
c.15 Custo elevado da inspeção do produto usado			h.51 Custo elevado do produto remanufaturado quando comparado com um novo		
h.51 Custo elevado do produto remanufaturado quando comparado com um novo			d.23 O produto remanufaturado é pouco atraente, quando comparado com o novo		

h51 Custo elevado do produto remanufaturado quando comparado com um novo	d.24 Baixa aceitação do consumidor			
h50 Produtos usados passam muito tempo armazenados ou em transporte	c.20 Baixo valor agregado do produto e/ou suas partes que se pretende remanufaturar			
c.17 Variabilidade da etapa de limpeza	e.29 A dificuldade em padronizar os processos da remanufatura			
d.21 Baixa demanda por produtos remanufaturados	d.26 Clientes são desconfiados em adquirir produtos remanufaturados			
g.44 Poucas informações sobre os benefícios e a qualidade da remanufatura chegam ao cliente	d.26 Clientes são desconfiados em adquirir produtos remanufaturados			
g.44 Poucas informações sobre os benefícios e a qualidade da remanufatura chegam ao cliente	d.24 Baixa aceitação do consumidor			
g.44 Poucas informações sobre os benefícios e a qualidade da remanufatura chegam ao cliente	d.25 Incerteza dos clientes quanto à qualidade dos produtos remanufaturados			

d.26 Clientes são desconfiados em adquirir produtos remanufaturados	d.25 Incerteza dos clientes quanto à qualidade dos produtos remanufaturados			
d.23 O produto remanufaturado é pouco atraente, quando comparado com o novo	d.21 Baixa demanda por produtos remanufaturados			
f.36 Baixa remanufaturabilidade dos produto	h51 Custo elevado do produto remanufaturadoquando comparado com um novo			
f.39 Design estético predomina em relação ao funcional	f.36 Baixa remanufaturabilidade dos produto			
f.39 Design estético predomina em relação ao funcional	d.21 Baixa demanda por produtos remanufaturados			
f.39 Design estético predomina em relação ao funcional	b.14 Partes impróprias para remanufatura bloqueiam o acesso aquelas com potencial para remanufatura			
h49 Produtos sem condições para remanufatura são transportados até a fábrica	b.14 Partes impróprias para remanufatura bloqueiam o acesso aquelas com potencial para remanufatura			
b.9 Excesso de produtos usados esperando para serem remanufaturados	h50 Produtos usados passam muito tempo armazenados ou em transporte			

b.13 Logística reversa não estruturada	b.9 Excesso de produtos usados esperando para serem remanufaturados				
c.16 Falta de precisão da etapa de inspeção	h52 Qualidade duvidosa do produto remanufaturado				
f.33 Elevada diversidade de produtos	e.30 Alta variabilidade de componentes, partes e processos				
f.33 Elevada diversidade de produtos	e.29 A dificuldade em padronizar os processos da remanufatura				
e.28 Os funcionários, e muitas vezes a alta administração, não conhecem o verdadeiro significado da palavra “remanufatura”	e.32/33 Falta de habilidade dos funcionários para remanufatura				
e.28 Os funcionários, e muitas vezes a alta administração, não conhecem o verdadeiro significado da palavra “remanufatura”	d.27 O canal de vendas para produtos remanufaturados é pouco estruturado e desenvolvido				
e.32/33 Falta de habilidade dos funcionários para remanufatura	h52 Qualidade duvidosa do produto remanufaturado				

e.32/33 Falta de habilidade dos funcionários para remanufatura	d.27 O canal de vendas para produtos remanufaturados é pouco estruturado e desenvolvido				
d.27 O canal de vendas para produtos remanufaturados é pouco estruturado e desenvolvido					
h.45 Ausência de normas e legislação para remanufatura	d.24 Baixa aceitação do consumidor				
	g.44 Poucas informações sobre os benefícios e a qualidade da remanufatura chegam ao cliente				
h.45 Ausência de normas e legislação para remanufatura	d.25 Incerteza dos clientes quanto à qualidade dos produtos remanufaturados				

#### **APÊNDICE 4 – CARTA EXPLICATIVA SOBRE O TRABALHO E A VALIDAÇÃO**

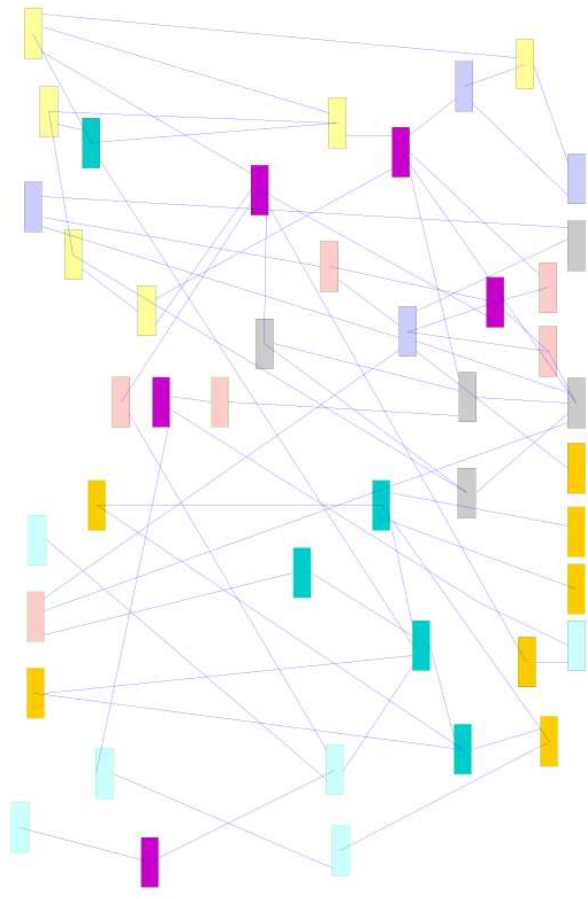
A dissertação de mestrado denominada “BARREIRAS E DIRETRIZES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE REMANUFATURA”, que tem como objetivo identificar barreiras e propor diretrizes para a implementação do Sistema de Remanufatura, conta com as seguintes etapas:

1. Introdução
2. Revisão Bibliográfica
3. Levantamento das Barreiras para a implementação do Sistema de Remanufatura na literatura
4. Estudos de caso: levantamento das barreiras para a implementação do Sistema de Remanufatura nas empresas
5. Construção da árvore da realidade atual (ARA)
6. Avaliação das relações de causa e efeito da ARA
7. Proposta de diretrizes para causas identificadas na ARA
8. Avaliação das diretrizes propostas
9. Conclusões

Neste momento, será realizada a etapa 6 - Avaliação das relações de causa e efeito da ARA. Na etapa anterior, houve a construção de uma árvore da realidade atual (ARA).

O principal motivo que levou a escolha da ARA como método neste momento do trabalho foi a necessidade de identificar as barreiras que são causas raízes para a implementação do Sistema de Remanufatura e diferenciar estas causas do que são sintomas.

Abaixo, é possível visualizar as relações entre as barreiras, que estão descritas nas caixinhas.





Para facilitar a compreensão das relações de causa e efeito, foi elaborada uma planilha no Excel, para que o leitor possa ler as relações de causa e efeito e opinar se concorda ou não com a relação que foi construída.

Na coluna A estão as causas e na coluna B, os efeitos. A frase deve ser lida na horizontal, acompanhando o seguinte raciocínio, segundo o exemplo abaixo. As letras e números na frente de cada item são um código de controle do autor.

SE “a.2 Incertezas sobre a quantidade do produto usado”, então “b.13 Logística reversa não estruturada”.

Em alguns momentos, como no caso do exemplo, o leitor deverá incluir um verbo para a frase fazer mais sentido, como:

SE há “Incertezas sobre a quantidade do produto usado”, então a “Logística reversa não (está) estruturada”.

Ao lado, nas colunas C e D respectivamente, existem as opções SIM ou NÃO, onde o leitor deve assinalar se concorda ou não com a relação causal estabelecida. Caso o leitor opte pelo “NÃO”, pede-se para que explique o porque da resposta e também sugira o que pode causar o efeito descrito.

Agradeço pela colaboração na avaliação desta etapa da pesquisa e coloco-me a disposição para qualquer dúvida e/ou sugestão.

Ana Paula B. Barquet  
[ana\\_barquet@yahoo.com.br](mailto:ana_barquet@yahoo.com.br)

APÊNDICE 5 – PLANILHA DE VALIDAÇÃO PREENCHIDA PELOS ESPECIALISTAS

CAUSA	EFEITO	1		2		3		4		5		6		7		8	
SE...	ENTÃO...	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO
a.2	g.42	X		X		X		X				X		X		X	
a.2	b.13		X		X	X		X		X		X		X		X	
b.11	a.7	X		X		X		X		X		X		X		X	
a.7	h.51	X		X		X	X		X	X		X		X			X
a.8	g.43		X		X		X		X	X			X	X			X
b.11	h.50	X		X		X		X					X	X		X	
a.6	g.43	X		X		X			X	X			X	X			X
g.43	a.2	X		X			X			X			X	X		X	

g.43	a.1	X		X			X		X		X		X				
a.1	g.42	X		X			X		X			X		X			
a.4	e.30		X				X				X			X			
e.30	c.17	X		X			X		X			X		X			
e.30	e.29	X		X			X		X			X		X			
e.30	h53	X		X			X		X			X		X			
e.30	c.18	X		X			X		X			X		X			
f.37	f.39		X				X				X			X			X
f.37	c.18	X		X			X		X			X		X			
f.37	f.35	X		X			X		X			X		X			X
f.37	e.30	X		X			X		X					X			X

f.37	c.19	X		X		X		X		X			X				X
f.37	h.52		X	X				X		X			X				X
c.19	h.53	X			X			X		X			X				X
h53	c.17	X			X			X		X			X				X
h53	h.51	X		X					X	X			X				X
f.35	c.20	X		X				X		X			X				X
f.35	f.36	X		X				X		X			X				X
c.19	e.30		X		X				X				X				X
f.35	h52	X			X					X				X			X
h52	d.25	X		X				X					X				X
h52	d.23		X	X				X		X				X			X
d.25	d.24			X				X					X				X

g.42	g.40	X		X		X		X		X		X		X			X
g.40	g.43		X	X		X		X		X		X		X			X
g.40	g.41	X		X		X			X		X		X				X
g.40	g.44	X		X		X		X		X		X		X			X
g.40	b.12	X		X		X		X		X		X		X			X
g.40	a.3	X			X	X		X		X		X		X			X
g.41	c.18	X		X		X		X		X		X		X	X		X
a.3	g.42	X		X		X		X		X	X	X		X			X
b.12	h.49				X				X		X	X		X			X
b.10	c.15	X		X			X	X		X		X		X			X

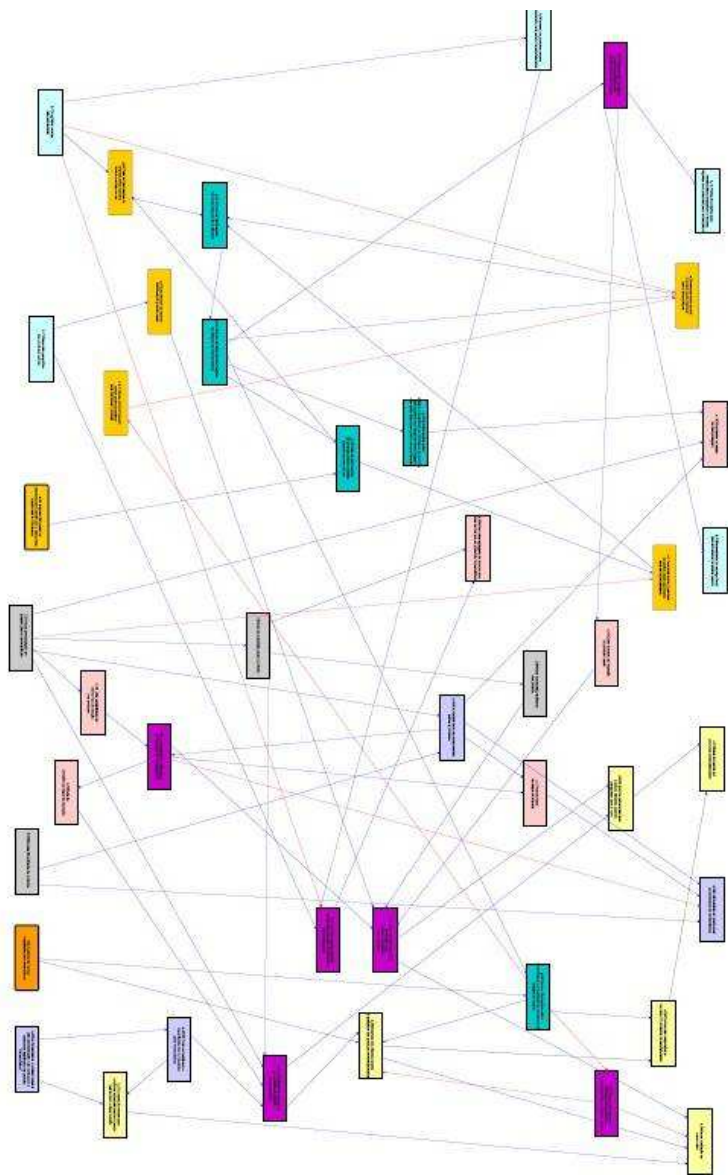
c.15	h51	X		X		X		X		X		X		X				X
h51	d.23	X		X		X		X		X		X		X		X		
h51	d.24	X		X		X		X		X		X		X		X		
h50	c.20						X								X		X	
c.17	e.29	X		X		X		X		X		X		X		X		
d.21	d.26		X				X							X			X	
g.44	d.26	X		X		X		X		X		X		X		X		
g.44	d.24	X		X		X		X		X		X		X		X		
g.44	d.25	X		X		X		X		X		X		X		X		
d.26	d.25		X				X								X			X
d.23	d.21	X		X		X		X		X		X		X		X		

f.36	h51	X		X		X		X		X		X			X			X
f.39	f.36		X		X		X		X		X		X		X		X	
f.39	d.21		X		X		X		X		X		X		X		X	
f.39	b.14		X		X		X		X		X		X		X		X	
h.49	b.14	X		X		X		X		X		X		X		X		
b.9	h.50		X				X		X		X		X		X		X	
b.13	b.9		X						X		X		X		X		X	
c.16	h.52	X		X		X		X		X		X		X		X		
f.33	e.30	X		X		X		X		X		X		X		X		
f.33	e.29	X		X		X		X		X		X		X		X		
e.28	e.32/33	X		X					X		X		X		X		X	X

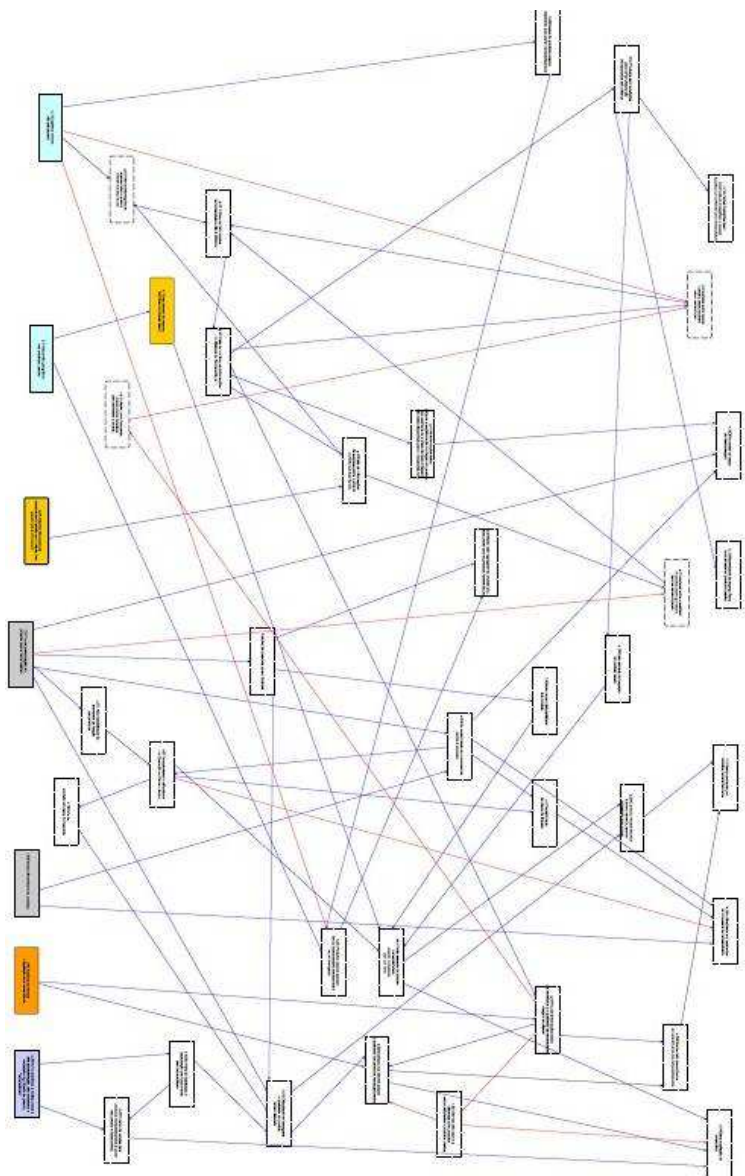
e.28	d.27	X		X			X		X		X		X					X
e.32/33	h.52	X		X		X			X		X		X			X		
e.32/33	d.27	X		X			X		X		X			X			X	
d.27	d.24	X		X			X		X		X		X			X		
h.45	g.44		X			X		X		X						X		
h.45	d.25	X		X		X		X		X		X		X		X		



**APÊNDICE 6 – VERSÃO FINAL ARA (APÓS A VALIDAÇÃO  
POR ESPECIALISTAS)**



APÊNDICE 7 – ARA DIFERENCIANDO EFEITOS E CAUSAS



## **APÊNDICE 8 – CARTA EXPLICATIVA SOBRE A AVALIAÇÃO DAS DIRETRIZES E QUESTIONÁRIO**

### **Carta explicativa sobre a avaliação**

Este questionário tem como objetivo validar diretrizes propostas para evitar a ocorrência de barreiras que dificultam a implementação do Sistema de Remanufatura. Dessa maneira, as barreiras que as diretrizes propostas visam evitar são:

- A empresa não possui um relacionamento estreito com o cliente final, quando este é o fornecedor do produto usado (cliente-fornecedor);
- Logística reversa não estruturada;
- Os funcionários, e muitas vezes a alta administração, não conhecem o verdadeiro significado da palavra “remanufatura”;
- Pouca preocupação em projetar para a remanufatura.

Inicialmente, é solicitado o preenchimento de alguns dados referentes à empresa e ao avaliador. A avaliação das diretrizes será realizada por meio da escala de Likert. O sistema de pontuação das perguntas vai de 1 (um) a 5 (cinco), sendo que os números representam a intensidade com que a diretriz proposta evita a ocorrência da barreira que a mesma está relacionada, conforme demonstrado a seguir:

- 1 ( ) muito pouco
- 2 ( ) pouco
- 3 ( ) regular
- 4 ( ) evita “razoavelmente” ou parcialmente
- 5 ( ) evita

Comentários são desejáveis, porém são opcionais e podem ser feitos ao final do questionário. Ao fazer um comentário, favor indicar a qual diretriz e barreira o mesmo refere.

Desde já agradeço a disponibilidade para a avaliação do presente trabalho. Sua contribuição é muito importante para o sucesso desta pesquisa e para posteriores melhorias.

## Questionário para avaliação das diretrizes

### Dados do avaliador

Formação	
Cargo/ Área de pesquisa	
Tempo de experiência	

O questionário conta com 20 diretrizes para serem avaliadas, sendo 5 para cada barreira, em um total de 4 barreiras.

**Barreira a.6 - A empresa não possui um relacionamento estreito com o cliente final, quando este é o fornecedor (cliente-fornecedor)**

<b>Diretrizes para evitar ocorrência da barreira a.6</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1. Manter contato com o cliente durante a fase de uso					
2. Delinear ações para alcançar um relacionamento de sucesso com o cliente-fornecedor					
3. Aumentar a colaboração com outros atores da cadeia de suprimentos					
4. Definir e implementar um tipo de relacionamento com o cliente-fornecedor que seja mais adequado com a estratégia da empresa					
5. Aumentar o controle da empresa sob o produto durante todo o seu ciclo de vida					

### Barreira b.13 - Logística reversa não estruturada

<b>Diretrizes para evitar ocorrência da barreira b.13</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1. Desenvolver infra-estrutura para a Logística reversa					
2. Controlar a qualidade de produtos usados por meio de uma pré-inspeção					
3. Utilizar os canais diretos para a Logística					

reversa					
4. Aumentar os pontos de estocagem e/ou centros de retorno cliente-fornecedor que seja mais adequado com a estratégia da empresa					
5. Projetar o produto pensando nas etapas da Logística reversa					

**Barreira e.28 - Os funcionários, e muitas vezes a alta administração, não conhecem o verdadeiro significado da palavra “remanufatura”**

<b>Diretrizes para evitar ocorrência da barreira e.28</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1. Aumentar a participação dos funcionários, estimulando projetos pessoais					
2. Qualificar pessoal envolvido com o Sistema de Remanufatura					
3. Aumentar a conexão entre as empresas e os pesquisadores que estudam remanufatura					
4. Compartilhar o local de manufatura e remanufatura, no caso de fabricante originais que remanufaturam seus produtos					
5. Criar forma de transferência das experiências e conhecimentos tácitos entre as pessoas envolvidas com remanufatura					

**Barreira f.37 - Pouca preocupação em projetar para a remanufatura**

<b>Diretriz para evitar ocorrência da barreira f.37</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1. Considerar o Projeto para remanufatura no âmbito de negócios e de projeto de produto					
2. Incluir abordagens para facilitar a remanufatura					
3. Utilizar ferramentas e métodos para decidir quais características o produto deve ter para facilitar a remanufatura					

4. Implementar práticas de ecodesign para facilitar a remanufatura do produto					
5. Realizar a engenharia reversa dos produtos					

Obrigada!